

Ecologia Urbana

Av. Diagonal, 240, 4a planta
08018 Barcelona

<http://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana>

Plataforma de gestió en temps real de l'Ajuntament de Barcelona

Especificació Funcional Túnels Ciutat

Títol	Versió	Data versió
Pgtr_tu_001_r2020	2.0	28/09/2020

Classificació	Tipus de Document	Estat
☒ Públic	☒ Document tècnic	☒ Esborrany
☐ Intern	☐ Presentació	☐ En revisió
☐ Us exclusiu de l'Ajuntament de BCN	☐ Proposta/Informe	☐ Modificable
	☐ Altres:	☐ Informe final

Resum del contingut

Especificacions fundionals de la integració dels túnels urbans de la ciutat de Barcelona dintre de la plataforma de gestió en temps real

	Nom	Data
Realitzat per	Ivan Núñez Antoni Rodríguez	05/10/20
Revisat per		
Aprobat per		
Conforme		

Control de canvis

Versió	Data	Parts afectades	Notes i Raons del canvi
v1	14/08/20	Totes les pàgines	Document inicial
v2	28/09/20 05/10/20	9.2.1 / 9.4.2 Bloc 8	Actualització a partir de feedback reunió Ajuntament i mantenidor el 23/09/20

Índex

1.- ANTECEDENTS	12
2.- OBJECTE	13
3.- NORMATIVA DE REFERÈNCIA	15
3.1. Documentació pròpia de l'Ajuntament de Barcelona	15
3.2. Normativa IEC: IEC_61131-3	15
3.3. Criteris del PLCOpen	16
4.- FUNCIONALITAT DE PLATAFORMA TÚNEL	17
4.1 Diagrama de funcionament	17
4.2 Centre de control	19
5.- TÚNELS	20
5.1 Introducció	20
5.2 Tipologia de túnels	20
5.3 Instal·lacions i vectors	21
5.4 Instal·lacions per tipologia de túnels	22
5.5 Modes de funcionament dels elements	24
6.- INTEGRACIÓ DE TÚNELS A LA PLATAFORMA D'INFRAESTRUCTURES	25
6.1 Comunicació CPD-Túnels	25
6.2 Integració PLC	25
6.2.1 Mapa de memòria	26
6.3 Arquitectura	27
7.- VECTORS	29
7.1 Energia	29
7.1.1 Definició funcional	29
7.1.2 Elements	29

7.1.2.1 Interruptors	30
7.1.2.2 Vigilants de tensió	32
7.1.2.3 Centres de transformació	33
7.1.2.4 Grups electrògens	34
7.1.2.5 SAI	35
7.1.2.6 Analitzadors de xarxa	39
7.1.2.7 Comptadors d'energia	43
7.1.3 Funcionament	44
7.1.4 Integració amb la plataforma	44
7.2 Enllumenat	45
7.2.1 Descripció Funcional	45
7.2.2 Elements	45
7.2.2.1 Sistemes de control fotoelèctric i/o de control d'encesa	45
7.2.2.1.1 Luminàciaímetre / Il·luminàciaímetre	46
7.2.2.1.2 Fotocèl·lules	46
7.2.2.1.3 Relotge astronòmic i relotges horaris	47
7.2.2.2 Circuits i Projectors	47
7.2.2.3 Luminàries d'emergència	50
7.2.3 Funcionament	51
7.2.3.1 Enllumenat Normal	51
7.2.3.2 Enllumenat de seguretat	53
7.2.3.3 Enllumenat d'emergència	53
7.2.3.4 Enllumenat de galeries d'evacuació	53
7.2.4 Integració amb la plataforma	53
7.3 Ventilació	54
7.3.1 Descripció Funcional	54
7.3.2 Elements	55
7.3.2.1 Ventiladors	55
7.3.2.3 Trampetes	59
7.3.2.3.1 Trampetes d'extracció	59
7.3.2.3.2 Trampetes d'impulsió	60
7.3.2.3.3 Trampetes bidireccionals	61
7.3.2.4 Mesuradors de CO	63
7.3.2.5 Mesuradors de NOx	64
7.3.2.6 Mesuradors de partícules	64
7.3.2.7 Opacímetres	65
7.3.2.8 Anemòmetres interiors	66
7.3.3 Funcionament	66
7.3.4 Integració amb la plataforma	67
7.4 Comunicacions	68
7.4.1 Descripció Funcional	68
7.4.2 Elements	68
7.4.2.1 Megafonia	68
7.4.2.2 Pals SOS	68
7.4.2.3 Sistemes de Radiocomunicació	69
7.4.2.4 Tetra	70
7.4.3 Funcionament	70
7.4.3.1 Megafonia	70

7.4.3.2 Pals SOS	70
7.4.3.3 Sistema de radiocomunicacions per cable radiant	70
7.4.4 Integració amb la plataforma	71
7.5 Imatge	71
7.5.1 Descripció Funcional	71
7.5.2 Elements	71
7.5.3 Funcionament	72
7.5.3.1 CCTV	72
7.5.3.2 DAI	72
7.5.4 Integració amb la plataforma	73
7.6 Incendis – PCI	74
7.6.1 Descripció Funcional	74
7.6.2 Elements	74
7.6.2.1 Elements detecció incendis	74
7.6.2.1.1 Detecció lineal d'incendis	74
7.6.2.1.2 Centraletes de detecció d'incendis:	75
7.6.2.2 Elements d'extinció incendis	76
7.6.3 Funcionament	77
7.6.3.1 Funcionament dels sistemes de detecció d'incendis	77
7.6.3.1.1 Funcionament de la detecció lineal d'incendis	77
7.6.3.1.2 Funcionament de les centraletes de detecció d'incendis	77
7.6.3.2 Funcionament dels sistemes d'extinció d'incendis	77
7.6.4 Integració amb la plataforma	77
7.7 Trànsit	78
7.7.1 Descripció Funcional	78
7.7.2 Elements	78
7.7.2.1 Semàfors	78
7.7.2.2 Sirena i rotatiu lluminós	83
7.7.2.3 Barreres	85
7.7.2.4 Aspès - Fletxes	86
7.7.2.5 Panells de missatge variable	87
7.7.2.6 Senyal control límit de velocitat	87
7.7.2.7 Balises de tancament	88
7.7.2.8 Controlador d'abalisament lumínic	88
7.7.2.9 Sistema d'aforament de trànsit	89
7.7.2.10 Control de Gàlib	89
7.7.3 Funcionament	90
7.7.3.1 Semàfors	90
7.7.3.2 Barreres	90
7.7.3.3 Aspès – Fletxes	90
7.7.3.4 Panells de missatge variable	90
7.7.3.5 Senyal control límit de velocitat	91
7.7.3.6 Balises de tancament	91
7.7.3.7 Controlador d'abalisament lumínic	91
7.7.3.8 Aforaments	91
7.7.3.9 Control de Gàlib	91
7.7.4 Integració amb la plataforma	92

7.8 Plans	93
7.8.1 Descripció Funcional	93
7.8.2 Elements	93
7.8.2.1 Configuració de plans	93
7.8.2.1.1 ID Pas	95
7.8.2.1.2 CMD/Valor	95
7.8.2.2 Execució de plans Execució de plans	95
7.8.3 Funcionament	96
7.8.4 Integració amb la plataforma	97
7.9 Meteorologia	98
7.9.1 Descripció Funcional	98
7.9.2 Elements	98
7.9.3 Funcionament	98
7.9.4 Integració amb la plataforma	98
7.10 Drenatge	99
7.10.1 Descripció Funcional	99
7.10.2 Elements	99
7.10.2.1 Bombes	99
7.10.2.2 Bombes amb variador de freqüència	100
7.10.2.3 Cabalímetres	102
7.10.2.4 Boies de nivell	103
7.10.2.5 Sondes de nivell	103
7.10.3 Funcionament	104
7.10.4 Integració amb la plataforma	104
7.11 Intrusisme	105
7.11.1 Descripció Funcional	105
7.11.2 Elements	105
7.11.2.1 Sistema de control d'accés del tipus targeta unipersonal	105
7.11.2.2 Detector estat porta	105
7.11.2.3 Detectores de presència	106
7.11.2.4 Càmeres IP	106
7.11.3 Funcionament	106
7.11.4 Integració amb la plataforma /*	107
7.12 Telecomunicacions /*	107
7.13 Climatització Sales Tècniques	108
7.13.1 Descripció Funcional	108
7.13.2 Elements	108
7.13.2.1 Aparell de climatització	108
7.13.2.2 Sonda temperatura	109
7.13.3 Funcionament	109
7.13.4 Integració amb la plataforma	109
8.- SCADA	110
8.1 Normativa de disseny i estandarització	111
8.1.1 Elements subjectes a l'estàndard	111

8.1.2 Nomenclatures d'elements a modelitzar	112
8.1.2.1 Infraestructures	113
8.1.2.2 Ubicació	113
8.1.2.3 Sistemes	114
8.1.2.4 Equips	114
8.1.3 Disseny de plantilles	115
8.1.3.1 Nomenclatura de plantilles	115
8.1.3.2 Organització de plantilles	116
8.1.3.3 Criteri de creació de plantilles	117
8.1.3.4 Nomenclatura d'attributes	119
8.1.3.5 Especificacions d'Attributes	120
8.1.3.5.1 Data Type	120
8.1.3.5.2 Writeability	120
8.1.3.5.3 Buffered	121
8.1.3.5.4 Description	121
8.1.3.5.5 Initial Value e Invert	121
8.1.3.5.6 Value deadband i Engieneering units	122
8.1.3.5.7 Esdeveniments	123
8.1.3.5.8 InputSource	123
8.1.3.5.9 StateLabels	123
8.1.3.5.10 I/O Scaling	124
8.1.3.6 Estandarització d'scripts	124
8.1.3.6.1 Nomenclatura Scripts	125
8.1.3.7 Nomenclatura de gràfics	126
8.1.3.8 Gestió d'Alarmes	126
8.1.3.9 Gestió d'Històrics	127
8.1.3.10 Informació a les plantilles	128
8.1.4 Disseny dels Archestra Graphics	128
8.1.4.1 Archestra Graphics vs SmartSymbols	128
8.1.4.2 Nomenclatura dels Archestra Graphics	128
8.1.4.3 Organització dels Archestra Graphics	130
8.1.4.4 Noms dels elements dintre de Gràfics	132
8.1.4.5 Custom Properties	132
8.1.5 Disseny d'Instàncies	133
8.1.5.1 Nomenclatura d'Instàncies	133
8.1.5.2 Altres Especificacions	133
8.1.5.3 Nomenclatura de Platforms	134
8.1.6 Disseny de Comunicacions	134
8.1.6.1 Arquitectura de Comunicacions	135
8.1.3 Nomenclatura d'instàncies d'àrea	138
8.1.7.3 Ús de contenció d'instàncies	139
8.1.8 Model de Derivació (Derivation View)	140
8.1.8.1 Arbre d'herència de \$APPENGINE	141
8.1.8.2 Arbre d'herència de \$AREA	142
8.1.8.3 Arbre d'herència de \$USERDEFINED	142
8.1.8.4 Arbre d'herència de \$INTOUCHVIEWAPP	143
8.1.8.5 Arbre d'herència de \$MPODBUSENETP	144
8.1.8.6 Arbre d'herència de \$MODBUSENETBRIDGEMODBUS	144
8.1.8.7 Arbre d'herència de \$MODBUSENNETBRIDGEMODBUSPLC	144
8.1.8.8 Arbre d'herència de \$VIEWENGINE	145
8.1.8.9 Arbre d'herència de \$ WINPLATFORM	145

8.1.9 Model de Desplegament (Deployment View)	145
8.1.9.1 Platforms	145
8.1.9.2 Engines	146
8.1.9.3 View Engines	148
8.1.10 Model d'Alarmes	149
8.1.10.1 Estats d'Alarma	149
8.1.10.2 Colors d'Alarma per Estat	149
8.1.10.3 Prioritats	149
8.1.10.4 Colors d'Alarma per Prioritat	150
8.1.10.5 Assignació de prioritats d'alarmes	150
8.1.11 Model de Seguretat	152
8.1.12 Models d'històrics	153
8.1.12.1 BBDD Custom Made	153
8.1.13 Redundància	153
8.1.13.1 Redundància de Comunicacions	154
8.1.14 Aplicació Gràfica	154
8.1.14.1 Definició de criteris de disseny	154
8.1.14.2 Resolució	154
8.1.14.3 Nomenclatura d'elements	155
8.1.14.3.1 Finestres	155
8.1.14.3.2 Tags	155
8.1.14.3.3 Scripts	155
8.1.14.4 Imatges, colors i altres elements gràfics	155
8.1.14.5 Estructura de l'Aplicació	156
8.1.14.6 Menú de navegació	157
8.1.14.7 Pantalla de Navegació GIS	157
8.1.14.8 Pantalla detall de la instal·lació	157
8.1.14.9 Pantalla Gestió d'Alarmes i Esdeveniments	159
8.1.14.10 Pantalla d'estat de la solució	159
8.1.14.11 Gràfiques de Tendències	159
8.1.14.12 Multilinguatge	159
8.1.14.13 Altres aspectes gràfics	160
8.1.15 Elements no-Wonderware Custom-made	160
8.1.15.1 Llibreries .NET	161
8.1.15.2 Controls .NET	162
8.1.15.3 Altres Llibreries	162
8.1.15.4 Controls ActiveX	162
8.1.15.5 Bases de Dades no-Wonderware	162
8.1.15.6 Reports	163
8.1.15.7 Altres Arxius	163
8.2 Requisits funcionals – túnels de ciutat	165
8.2.1 Interfície d'usuari	165
8.2.2 Navegació	165
8.2.2.1 Layout pantalla 1	165
8.2.2.2 Layout pantalles 2-3	166
8.2.2.3 Layout pantalla 4	167
8.2.3 Cromatisme	167
8.2.3.1 Capçalera	167
8.2.3.2 Logos i navegacions	167
8.2.3.3 Sidebar Esquerra	168

8.2.3.4 Main Content	168
8.2.3.5 Sidebar Dret	168
8.2.3.6 Gamma Cromàtica	168
8.2.3.7 Estructures visuals	169
8.2.3.7.1 Userdefined 001	169
8.2.3.7.2 Userdefined 002	170
8.2.3.7.3 Userdefined 003	170
8.2.3.7.4 Userdefined 004	171
8.2.3.7.5 Userdefined 005	171
8.2.3.7.6 Userdefined 006	172
8.2.3.7.7 Userdefined 008	172
8.2.3.7.8 Userdefined 009	173
8.2.3.7.9 Userdefined 010	173
8.2.3.7.10 Userdefined 011	174
8.2.3.7.11 Userdefined 012	174
8.2.3.7.12 Userdefined 013	175
8.2.3.7.13 Userdefined 014	175
8.2.2.4 Iconografia	175
8.2.2.5 Pantalles	177
8.2.2.5.1 Arbre de navegació / capes	177
8.2.2.5.2 General Túnel	177
8.2.5.3 Unifilar	178
8.2.5.4 Gestió energètica /*	178
8.2.5.5 Estat Sistema /*	178
8.2.5.6 Usuaris i Rols /*	178
8.2.7 Alarmes	178
8.2.7.1 Definició	178
8.2.7.2 Gestió d'alarmes en temps real	179
8.2.7.3 Gestió d'alarmes històriques	179
8.2.8 Històrics /*	180
8.2.9 Model	180
8.2.10 Plantilles	180
8.2.11 Funcionalitats avançades	181
8.2.11.1 Funcionament PCI	181
8.2.11.2 Creació i gestió de plans	181
8.2.11.2.1 Pantalla Gestió	181
8.2.11.2.2 Pantalla Execució	184
8.2.11.3 Gestió d'alertes	185
8.2.11.4 Entorn d'entrenament	186
8.2.11.5 Punt 0	186
8.2.11.6 Reporting	186
8.2.11.7 Gestió de l'operador	187
8.2.11.8 Gestió Documental de Túnel	193
8.2.11.9 KPIS	193
8.2.11.9.1 Mode degradat /*	193
8.2.11.9.2 Índex de seguretat del túnel /*	193
8.2.11.10 Utilització de logs	193
8.2.11.11 Integració amb tercers	194
8.2.11.11.1 Capacitat d'interconnexió amb altres plataformes de característiques similars	194
8.2.11.11.2. Accés a les dades de la plataforma des de serveis externs	194
8.2.11.11.3 Possibilitat de construir serveis d'integració a mida	194

8.2.11.11.4 Integracions amb d'altres plataformes	194
8.2.11.11.5 APIs segures	194
9.- PLC	196
9.1.- Programació usada	196
9.1.1.-Text estructurat	196
9.1.2.-blocs de funcions	196
9.1.3.-SFC (unions seqüencials)	197
9.2.- Estructura comuna	197
9.2.1.-Ordre de SCADA	197
9.2.2.-Manteniments	197
9.3.- Circuits a integrar	197
9.3.1.-CPU	198
9.3.2 Perifèria	198
9.4.- Criteris de programació	198
9.4.1.- Protecció de codi font	198
9.4.2.- Sobre la documentació descriptiva dels blocs funcionals:	200
9.4.3.- Sobre l'organització de les dades	202
9.4.3.1.-Nomenclatura a les variables globals	203
9.4.3.2.-Nomenclatura en variables dels blocs funcionals	204
9.4.3.3.-Ús de comentaris a les variables	205
9.4.3.4.-ús de comentaris sobre els elements relatius a posicions de memòria (WORKMEMORY)	205
9.4.4.- Llenguatges de programació	206
9.4.4.1.-Programació escrita	207
9.4.4.2.-programació visual	209
9.5.- Proves unitàries	210
9.6.- Eines de validació de programari	211
9.7.- Eines pel control de versions	212
9.8.- Referència de bones pràctiques en programació	213
9.8.1.- Regles associades amb nomenclatura	213
9.8.1.1.-Regles addicionals només per a variables	213
9.8.1.1.1.-Eviteu les direccions físiques	213
9.8.1.2.-Tasques, programes, blocs de funcions, funcions, variables, UDTs i espais de noms	213
9.8.1.2.1.-Definiu els noms que cal evitar	213
9.8.1.2.2. Definir l'ús de majúscules	214
9.8.1.2.3.-Els noms locals no han de coincidir amb els noms globals	215
9.8.1.2.4. Definir una longitud de nom acceptable	216
9.8.2.- Regles per als comentaris	217
9.8.2.1.-Els comentaris descriuran la intenció del codi	217
9.8.2.2. tots els elements s'han de comentar	217
9.8.2.3. Els comentaris no han d'incloure el codi	218
9.8.2.4. Establir l'idioma dels comentaris	218
9.8.3.- Recomanacions de programació	218

9.8.3.1 L'accés a un element serà pel nom	218
9.8.3.2. El 'Dead Code' ha de ser esborrat	218
9.8.3.3. totes les variables s'inicialitzaran abans de ser utilitzades	219
9.8.3.4. S'ha d'analitzar la informació d'error	219
9.8.3.5 Comparació dels valors decimals no serà igual o no iguals.	220
9.8.3.6. Comparació de temps i mesures físiques no han de ser la igualtat o la desigualtat	220
9.8.3.7 . Les POU no poden cridar-se a sí mateixes directament o indirecta	221
9.8.3.8. POU's ha de tenir un únic punt de sortida	222
9.8.4.- Llenguatges	223
9.8.4.1.-Function Block Diagram FBD	223
9.8.4.1.1.- Eviteu assignacions de resultats intermedis dins de les xarxes	223
9.8.4.1.2. Cal definir la complexitat màxima d'una xarxa concreta	223
9.8.4.3 . Text estructurat (ST)	224
9.8.4.3.1.-Definiu regles de format generals	224
8.4.3.2. Eviteu l'ús de les instruccions CONTINUE i EXIT	225
8.4.3.3. Definiu la longitud màxima de la línia	226
8.4.4.4. Variables de bucle no s'han de modificar dins d'un bucle for	226
8.4.4.5.- Els paràmetres d'aprovació han de ser clars	227
8.4.4.6. Utilitzeu parèntesis per expressar explícitament la precedència de l'operació	228
8.4.4.7. Cada instrucció IF ha de tenir una clàusula ELSE	229
9.8.5.- Extensions IEC 61131-3 específiques del fabricant	229
9.8.5.1. No s'utilitzarà l'assignació de memòria dinàmica.	229
9.8.5.2. No són permeses operacions aritmètiques per manipular punters	229
9.8.5.3. Algunes instruccions de comparació no s'utilitzaran per la manipulació de punters o referències	230
10.- GLOSSARI	231

1.- Antecedents

El túnel de Barcelona disposaven d'un sistema de control tancat i propietari que plantejava dificultats operatives associades a l'obsolescència i la integració de noves tecnologies. A més era necessària l'operació sobre diferents plataformes i per tant el maneig i operació de diferents eines, afegint complexitat al conjunt

El desplegament d'una solució propietària suposa també en general que la capacitació tècnica i la viabilitat operativa per atendre manteniment i evolució del sistema en producció no es pugui moure a efectes pràctics en un model de competència entre diferents empreses operadores, la qual cosa planteja reptes en termes d'eficiència i de fiabilitat.

Per superar aquesta situació es va decidir integrar el telecontrol dels túnels dins de la Plataforma de Telecontrol Corporativa d'Infraestructures de l'Ajuntament de Barcelona, i el 2017 van quedar definides unes especificacions funcionals per a la integració dels túnels urbans de la ciutat de Barcelona dins d'aquesta plataforma, d'ara endavant denominada PGTR en aquest document.

El nou model de gestió d'infraestructures passa per l'ús de PLCs industrials que poden ser programats per diferents empreses i que constitueixen sistemes àmpliament usats en automatització industrial, robustos i redundants, adequats per a infraestructures crítiques.

En 2018 va quedar en marxa un túnel, el túnel de Camèlies, a manera d'experiència pilot operativa amb el nou model d'integració amb PGTR, i en 2019 es va desplegar el túnel de Jordà.

2.- Objecte

L'objecte d'aquest document és la revisió de la definició de les especificacions funcionals del sistema de telecontrol dels túnels urbans i interurbans de la ciutat de Barcelona en base a l'experiència dels treballs en pilot i producció realitzats, a la referència actualitzada de necessitats de l'Ajuntament de Barcelona i a les normatives existents.

El paradigma de treball és la integració dels túnels a la plataforma corporativa de Telecontrol d'Infraestructures de Barcelona.

Els objectius a cobrir són:

Objectius Generals:

1. Estendre la millora en el coneixement i la informació de l'estat dels túnels a mesura que es vagin incorporant noves infraestructures al nou model.
2. Integrar progressivament els túnels urbans de Barcelona, dins de la Plataforma Corporativa de Telecontrol, d'una manera congruent i estandarditzada.
3. Disposar de major quantitat d'informació estructurada de manera que pugui utilitzar-se en una visió d'ecosistema comú amb altres sistemes annexos.

Objectius específics:

1. Disposar d'una solució de mercat:

- Oberta, estàndard, modular i reutilitzable.
- Que sigui eficient a nivell de rendiment i d'ús de recursos.

2. A nivell de Túnel:

- Que el sistema implementat sigui redundant.
- Que sempre es disposi de control local, perquè, en cas de pèrdua de les comunicacions es pugui gestionar localment.
- Capaç de mantenir informació històrica.

3. A nivell d'aplicació:

- Que permeti veure dades a temps real, generar un històric de dades, realitzar la gestió d'alarmes i poder confeccionar informes.

- Alta Disponibilitat.
- Multiusuari. Ha de poder permetre una gestió d'usuaris i permetre que l'abast de la informació accessible s'adapti al perfil de cada usuari.
- Multiplataforma. Aquesta informació ha de poder ser consultada des de qualsevol tipus de dispositiu, sempre que es tingui accés suficient i es disposi de connexió.
- Que integri Seguretat Lògica - Ciberseguretat

Aquestes especificacions funcionals indiquen les condicions necessàries per garantir el correcte funcionament de sistema de telecontrol dels túnels del municipi de Barcelona mitjançant el compliment dels requisits que van ser definits per part dels diferents elements que formen part dels diferents vectors / Instal·lacions adaptades per poder ser integrades a sistema de control.

3.- Normativa de referència

Per a la redacció d'aquest document s'ha tingut en compte :

3.1. Documentació pròpia de l'Ajuntament de Barcelona

Documents que constitueixen l'estàndard actual definit per PGTR

- PGTR_PL_001 - Requisits Funcionals, Requisits Tecnològics i Prescripcions Tècniques
- PGTR_TU_001 - Especificació Funcional Túnel Ciutat

Documents de referència sobre desplegues realitzats seguint el model vigent d'PGTR

- PGTR_TU_ASbuilt_Camèlies - Documentació As-Built de la pilot de túnel de Camèlies
- PGTR_TU_ManualUsuari_TJO - Guia d'usuari i annexos complementaris túnel Jordà

Per a la redacció d'aquest document s'ha utilitzat la següent documentació de referència:

3.2. Normativa IEC: IEC_61131-3

<https://es.scribd.com/document/339800385/IEC-61131-3-2013-Ed-3-0-pdf>

IEC 61131-3 - Normativa d'estandardització de PLC. Al -3 aborda l'àmbit de programació

IEC 61131-3 és la tercera part (de 8) de l'estàndard internacional IEC 61131 per a Controladors Lògics Programables (PLC). Va ser publicada per primera vegada al desembre de 1993 per la Comissió Electrotècnica Internacional. L'edició actual va ser publicada al febrer de l'any 2013.

Si bé en aquest document es fa referència a una revisió de la normativa segons enllaç web remès, serà d'aplicació en el marc de la PGTR de l'Ajuntament de Barcelona l'última revisió disponible.

Aquesta part tracta els llenguatges de programació i defineix els estàndards de dos llenguatges gràfics i dos llenguatges textuals per PLC:

- Diagrama de contactes (LD - Ladder Diagram), gràfic.
- Diagrama de blocs de funcions (FBD - Function Block Diagram), gràfic.
- Text estructurat (ST - Structured Text), textual.
- Llista d'instruccions (IL - Instruction List), textual.

Blocs de funció seqüencials (SFC - Sequential Function Chart), amb elements per organitzar programes de computació paral·lela i seqüencial.

Unitats d'Organització de el Programa (Pous)

Els programes, funcions, i blocs de funcions dins de l'estàndard IEC 61131-3 són anomenats Unitats d'Organització de el Programa (POU - Program Organization Unit).

L'IEC 61131-3 inclou instàncies de funcions estàndards definides i diferents tipus de dades

Els diferents tipus de dades compatibles amb l'estàndard són Booleans (BOOL), Enters (INTEGER), Reals (REAL), BYTE, WORD, DATE, TIME-OF-DAY i STRING. L'estàndard també permet als usuaris definir les seves pròpies variables. Això es coneix com a Tipus de Dades Derivats. D'aquesta manera, un programador és capaç de definir un canal d'entrada analògica com un tipus de dada i usar-lo múltiples vegades.

Les variables són assignades a adreces específiques de el maquinari, o a entrades i sortides específiques. L'abast d'aquestes variables està limitat a la unitat d'organització en la qual es declara. Això permet que el mateix nom pugui ser utilitzat en diferents unitats d'organitzacions sense conflicte. Si es desitja que les variables tinguin abast global, poden ser declarades com a tals.

L'usuari pot crear els seus propis blocs de funcions i usar-los múltiples vegades. Aquests blocs de funcions són objectes de programari que representen un control detallat. Poden tenir dades, així com algorismes.

Tipus de dades

Els tipus de dades són un element comú de l'estàndard, amb el propòsit de prevenir errors en el desenvolupament de programes

3.3. Criteris del PLCOpen

PLC-Open és una organització independent que treballa l'eficiència en l'automatització industrial en funció de les necessitats dels usuaris.

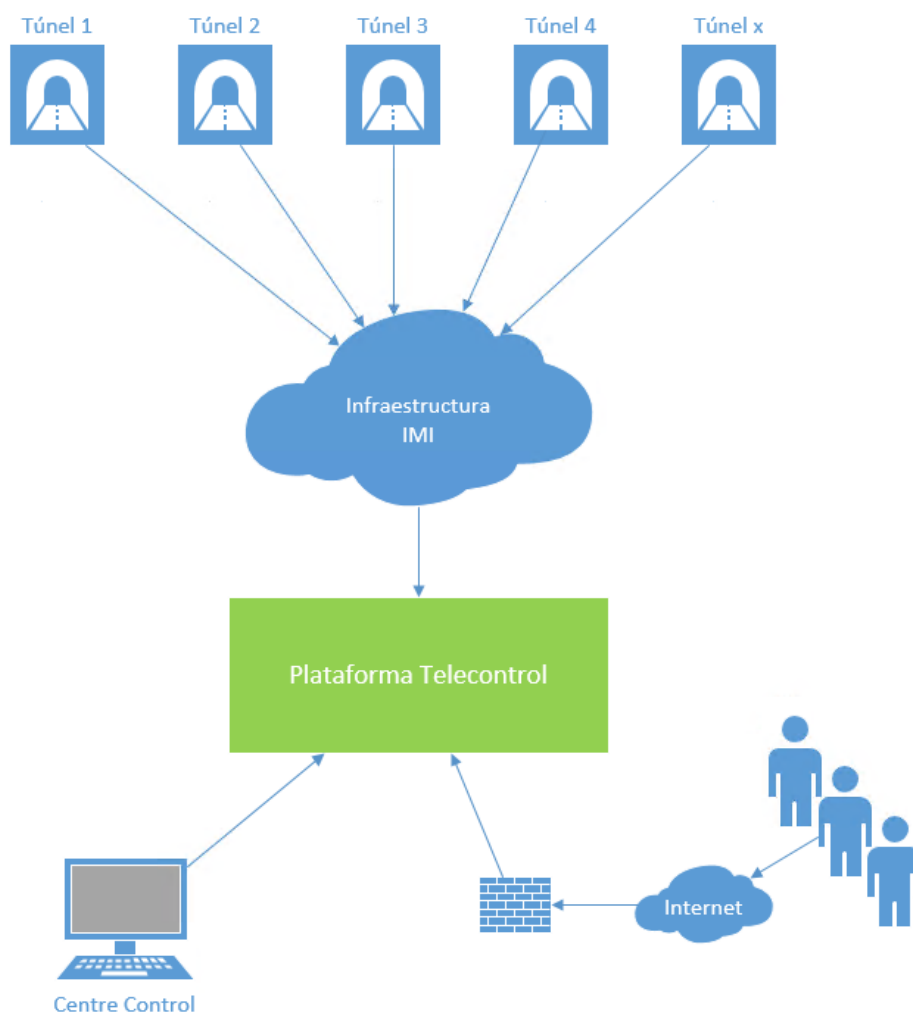
Els membres de PLCOpen s'han concentrat en especificacions tècniques al voltant de IEC 61131-3, que tenen com a resultat, per exemple, l'harmonització de nivells de conformitat lingüística i la generació de biblioteques estandarditzades per a diferents camps d'aplicació. Prenem d'aquesta font en general el registre de bones pràctiques en programació de PLCs

4.- Funcionalitat de plataforma túnel

Aquest capítol descriu la funcionalitat del sistema de control dissenyat per a garantir la correcta operació i control dels túnels urbans.

4.1 Diagrama de funcionament

Els diferents túnels urbans i interurbans són controlats per la Plataforma de Telecontrol d'infraestructures de l'Ajuntament de Barcelona. En el següent esquema s'il·lustra com es comuniquen els diferents túnels amb la Plataforma de Telecontrol i com són aquests gestionats pels diferents usuaris

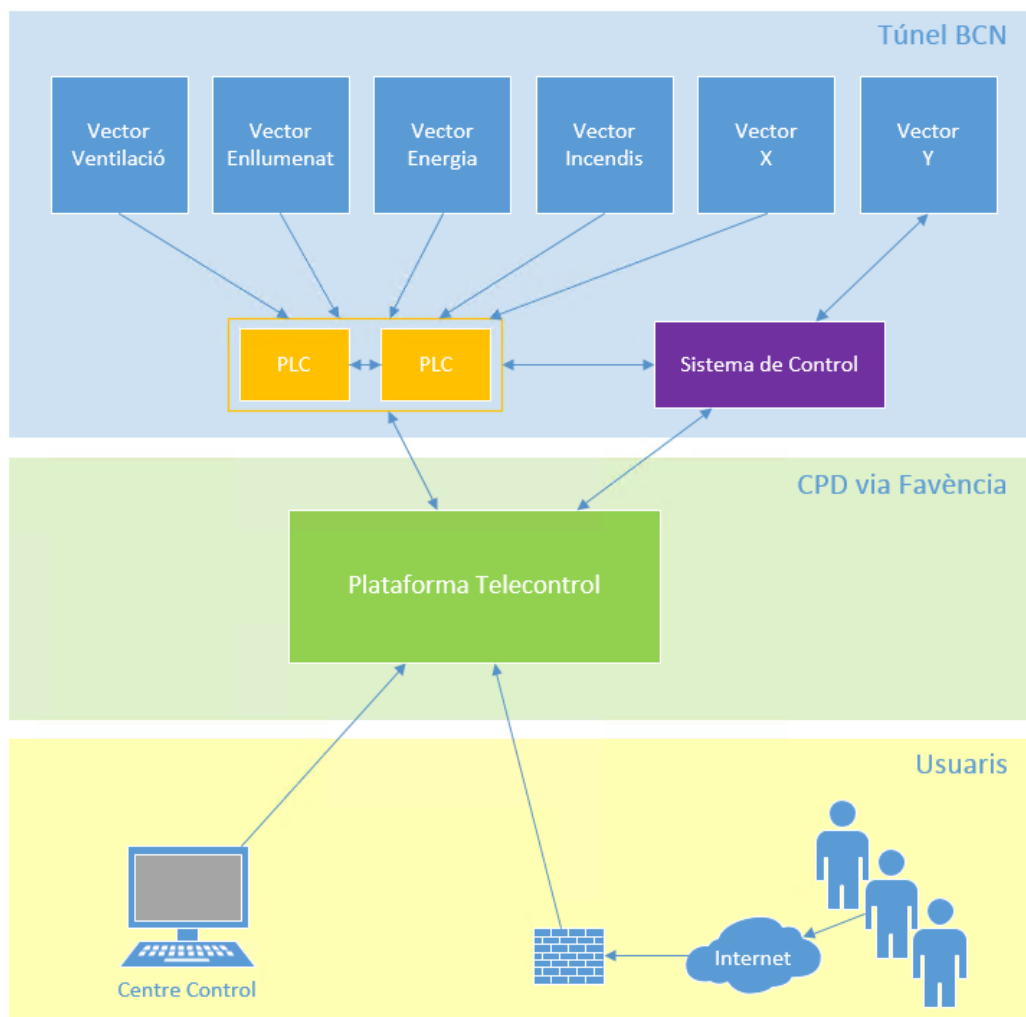


Cada túnel de la ciutat de Barcelona ha de ser controlat amb un PLC redundat per a garantir l'alta disponibilitat del control. En el túnel també es disposa d'un HMI (Human Machine Interface) per a que l'usuari pugui gestionar el túnel de forma local.

La Plataforma de Telecontrol comunica amb tots els túnels i s'encarrega de gestionar tota la informació rebuda i anar informant als diferents usuaris de l'estat en temps real de totes les

instal·lacions. Addicionalment, existeix un conjunt de funcionalitats avançades per facilitar l'explotació del túnel com: navegació per mapa, historització, gestió d'incidències, generació de plans, reporting, KPIs, simulació, etc.

En aquest diagrama es mostra com es controlen les diferents instal·lacions del túnel tant a nivell local com de forma remota.



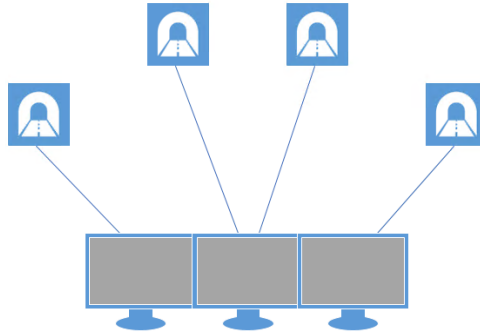
Pel que fa als usuaris, poden executar l'aplicació de Telecontrol de Túnels de formes diferents:

- Des dels diferents Centres de Control
- Físicament a l'HMI del túnel
- Via internet (PC, tablet, smartphone)

En funció del perfil de l'usuari, aquest tindrà unes funcions concretes sobre l'aplicació de Telecontrol. Un usuari amb perfil 'Administrador' tindrà accés a totes les funcionalitats, mentre que un usuari amb perfil visitant, només podrà visualitzar una certa informació però en cap cas podrà interactuar amb els túnels.

4.2 Centre de control

Amb el disseny actual de la plataforma es poden disposar de diferents centres de control per a telecontrol els diferents túnels integrats dins de la plataforma. No tots els centres de control cal que tinguin els mateixos permisos a l'hora d'operar.



5.- Túnel

5.1 Introducció

Els túnels i en concret els túnels urbans són vies urbanes o interurbanes que transcorren per sota d'una zona urbana. Són obres singulars amb unes característiques específiques: espai limitat a la secció transversal i a les característiques de la rasant; major incidència que a cel obert de qualsevol accident, incendi o avaria; efectes psicològics que poden influir sobre les persones que condueixen; reaccions desconegudes de les persones usuàries en cas d'incidents greus; canvi de condicions ambientals i físiques a l'entrada i sortida dels túnels; composició del trànsit i probabilitat de congestió.

Degut a aquestes característiques els túnels urbans són unes infraestructures crítiques i per tant han de ser gestionades com a tal en tots els àmbits.

5.2 Tipologia de túnels

En funció del tipus de túnel urbà la instrucció de túnels de Barcelona defineix les instal·lacions mínimes obligatòries. Els factors que es tenen en compte per a poder classificar els túnels urbans són:

- Longitud del túnel
- Circulació unidireccional o bidireccional

Per tant, tenint en compte aquests factors els túnels queden classificats de la següent forma

Circulació	Longitud del túnel (metres)			
	100 - 200	200 - 400	400 - 1000	1000 o >
Unidireccional	A	B	C	D
Bidireccional	A*	No es contempla la seva construcció en àmbit urbà		

A* = A amb ventilació sanitària, per a casos de congestió

5.3 Instal·lacions i vectors

Els túnels estan formats per un conjunt d'instal·lacions.

Algunes d'aquestes instal·lacions treballen de forma autònoma i d'altres treballen juntament amb altres, és per aquest motiu, que en aquest document no es parla de com telecontrolar les diferents instal·lacions sinó com telecontrolar aquest conjunt d'instal·lacions que tenen la mateixa finalitat agrupant-les en el concepte vector. Per tant, un vector es una instal·lació o conjunt d'instal·lacions que tenen una finalitat comú.

Els vectors definits pels túnels de la ciutat de Barcelona amb les instal·lacions que formen part del mateix són:

1. Energia
2. Enllumenat
3. Ventilació
 - a. Sensors ambientals
 - b. Equips de ventilació
4. Comunicacions
 - a. Megafonia
 - b. Pals SOS
 - c. Sistemes de radio comunicacions i telefonia
 - d. Tetra
5. Imatge - Vídeo
 - a. CCTV
 - b. DAI
6. Incendis - PCI
 - a. Detecció
 - b. Extinció
7. Trànsit
8. Plans
9. Meteorologia
10. Drenatge
11. Intrusisme
12. Telecomunicacions
13. Climatització sales tècniques

En aquest document s'expliquen els vectors de forma independent, però es requereix d'una integració/comunicació entre vectors per al bon funcionament del túnel.

A continuació es mostra una taula de relació entre vectors.

	Energia	Enllumenat	Ventilació	Comunicacions	Imatge - Vídeo	Incendis - PCI	Transit	Plans	Meteorologia	Drenatge	Intrusisme	Telecomunicacions	Climatització sales tècniques
Energia													
Enllumenat													
Ventilació													
Comunicacions													
Imatge - Vídeo													
Incendis - PCI													
Transit													
Plans													
Meteorologia													
Drenatge													
Intrusisme													
Telecomunicacions													
Climatització sales tècniques													

5.4 Instal·lacions per tipologia de túnels

En la següent taula s'especifica quines instal·lacions/vectors són obligatoris en funció de la tipologia del túnel

Vector/Túnel	Tipologia de túnel segons longitud (m)			
	100-200	200-400	400-1000	1000 ó >
ENERGIA	A	B	C	D
Sistema de alimentació ininterrompuda SAI per a l'alimentació de sistemes de seguretat.	X	X	X	X
ENLLUMENAT				
Il·luminació normal, d'emergència i de seguretat, i control d'il·luminació i d'energia.	X	X	X	X

	Tipologia de túnel segons longitud (m)			
	100-200	200-400	400-1000	1000 ó >
Vector/Túnel	A	B	C	D
VENTILACIÓ				
Ventilació i control de ventilació, amb sistema informàtic d'extracció de fums, automàtic i manual.		X	X	X
COMUNICACIONS				
Local tècnic per als equips de control local (LT), equipat amb estació remota unificada (ERU), o PLC	X			
Pals S.O.S., dotats BIE + 1 o 2 extintors	X	X	X	X
Transmissió de dades al CCT per fibra òptica.	X	X	X	X
Cable radiant - Sistema de radiocomunicació per a serveis d'emergència i missatgeria d'emergència per a canals de ràdio per a usuaris (si n'hi ha d'instal·lats).		X	X	X
Megafonia			X	X
Estacions de presa de dades (aforadors)			X	X
IMATGE – VÍDEO				
Centre de Control Local (CCL), equipat amb servidor, SCADA resident, per al control local de totes les ERU's i/o PLC's del túnel		X	X	X
CCTV mòbil exterior	X	X	X	X
CCTV, càmeres interiors fixes	X	X	X	X
DAI	X	X	X	X
INCENDIS – PCI				
Pals S.O.S., dotats BIE + 1 o 2 extintors	X	X	X	X
Detecció d'Incendis		X	X	X
TRANSIT				
Sistemes de barreres de tancament de túnel	X	X	X	X
Semàfor (groc-groc) a l'interior del túnel			X	X
PMV informatius a l'entrada del túnel			X	X
Senyalització vertical variable incloent PMV en interior de túnel				X
PLANS				
METEOROLOGIA				
Estacions Meteorològiques		X	X	X
Detectors de CO i opacímetres (salubritat, seguretat) i anemòmetre interior.	X	X	X	X
DRENATGE				
Drenatge	X	X	X	X
INTRUSISME				
Senyalització fixa vertical a l'interior, i en les entrades i sortides del túnel		X	X	X
TELECOMUNICACIONS				
CLIMATITZACIÓ SALES TÈCNIQUES	X	X	X	X

5.5 Modes de funcionament dels elements

Tots els elements que formen part dels vectors tindran diferents modes de funcionament. La selecció del mode de funcionament pot ser mitjançant un selector físic o a través del SCADA.

En ambdós casos el funcionament serà el mateix.

El mode de funcionament dependrà de la combinació dels selectors:

- Local / Remot
- Manual / Automàtic

Quan el commutador del quadre elèctric d'un element es troba en Local, l'element funciona segons estigui configurat elèctricament en el quadre de control, mentre que si el commutador està en posició Remot, l'operador podrà controlar l'element de dos modes diferents, automàtic o manual.

S'entén per selector en Remot que el control del element es gestionat pel dispositiu de control, en aquest cas el PLC.

Quan l'element es trobi en mode Automàtic s'executarà segons la lògica programada mentre que si es troba en mode Manual farà cas a les accions del operador ja siguin mitjançant botons de l'aplicació SCADA o botons físics.

Si l'element es troba en mode Automàtic, no farà cas a les ordres manuals i viceversa.

Tanmateix, es podrà actuar sobre aquest element mitjançant l'activació d'un pla d'emergència o d'un pla programat sempre que l'element estigui en mode Automàtic.

- Mode Local
 - Posició selector quadre elèctric: Local
 - L'SCADA no pot actuar amb els elements, únicament visualitza estats i valors dels sensors.
 - Els equips es controlen des de les botoneres de camp o quadres elèctrics.
- Mode Remot/Automàtic
 - Posició selector quadre elèctric: Remot
 - Posició selector SCADA: Automàtic
 - L'SCADA opera els equips segons lògica programada. L'operador de control no té control sobre els equips i les botoneres del quadre elèctric estan deshabilitades.
- Mode Remot/Manual
 - Posició selector quadre elèctric: Remot
 - Posició selector SCADA: Manual
 - La lògica programada o processos automàtics dels equips amb el selector en manual a l'SCADA passen a estar deshabilitats i l'operador passa a tenir el control del equip o conjunt d'equips.

6.- Integració de túnels a la plataforma d'infraestructures

6.1 Comunicació CPD-Túnels

Per realitzar una correcta integració entre túnel i Plataforma de Telecontrol, les comunicacions entre túnel i CPD són de vital importància. Per tant s'han de garantir uns mínims requisits a la infraestructura de comunicacions.

Per tal de disposar d'alta disponibilitat de la plataforma de telecontrol es requereixen 2 VLANs per la infraestructura de túnels. Aquestes 2 VLANs seran comunss per a tots els túnels.

- VLAN Túnels (Xarxa ArchestrA)
 - Dades dels PLCs
 - Imatge de les càmeres de vídeo
 - Àudio de pals SOS
 - Etc.
- VLAN RMC Túnels (Xarxa RMC)
 - Dades de sincronització de redundància de la plataforma

Per tant, per la VLAN Túnels vindran totes les dades dels diferents vectors / instal·lacions / sistemes del túnel mentre que la VLAN RMC Túnels es una VLAN dedicada al software de la plataforma de telecontrol per a poder garantir una correcta sincronització i per a tenir una alta disponibilitat de la mateixa.

Els requisits que ha de garantir la VLAN RMC Túnels són:

- Fibra degut a la elevada distància que hi ha entre CPD i túnel.
- Velocitat de la VLAN com a mínim de 16 Mbps.

6.2 Integració PLC

A l'hora de seleccionar un PLC per a controlar les diferents instal·lacions del túnel s'han de tenir en compte un conjunt de requisits.

1. El PLC ha de ser: **estàndard, obert i modular**.
2. Ha de complir l'**estàndard IEC 61131-3**. És la part de l'estàndard internacional IEC 61131 que tracta els Controladors Lògics Programables (PLC). Aquesta part tracta els llenguatges de programació i defineix els estàndards de dos llenguatges gràfics i dos llenguatges textuais per PLC:
 - Llenguatge escala (LD - Ladder Diagram), gràfic.
 - Diagrama de blocs de funcions (FBD - Function Block Diagram), gràfic.
 - Text estructurat (ST - Structured Text), textual.
 - Llista de instruccions (IL - Instruction List), textual.
 - Blocs de funció seqüencials (SFC - Sequential Function Chart), amb elements per organitzar programes de computació paral·lela i seqüencial.
3. **Redundant**.
4. **Ports Ethernet**, per a la seva integració amb la plataforma.

5. **Protocol Ethernet Modbus TCP/IP i Modbus RTU.**
6. Possibilitat de poder afegir mòdul o llicència per a poder **comunicar amb altres protocols** (OPC UA, SNMP, Ethernet/IP, Profibus, etc.)
7. Possibilitat d'implementar lògica Fuzzy per alguns llaços de control.
8. El PLC ha de tenir memòria suficient per mantenir al menys 1000 estructures d'equips i 200 plans.

6.2.1 Mapa de memòria

La comunicació entre el sistema SCADA i els PLC's es realitza mitjançant una estructura de dades normalitzada. Això permet estandarditzar blocs independentment dels algorismes desplegats al túnel.

Cada element físic (motors, línies d'enllumenat, sensors, etc.) o lògic (plans, etc.) disposa d'una àrea de memòria específica.

En general tots els elements tenen una estructura similar en la que trobem una sèrie de variables de capçalera fixes i un conjunt de variables per a paràmetres.

Les variables de capçaleres seran:

Variable	Input/Output I/O	Discreta/Analògica
Command Word	O	A
Status Word	I	A
Alarm Word	I	A
Interlock Word	I	A

El Command Word és una variable on es codifiquen les diferents ordres que es poden donar a l'element. Les ordres es codifiquen com a enters. Com aquestes paraules en modbus TCP són de 16 bits es poden codificar fins a 32768 ordres diferents a cada element.

L'Status Word permet indicar en quin estat es troba l'element. Cadascun dels bits de la paraula es poden fer servir per a un estat, tenint en consideració que les alarmes e interlocks tenen les seves pròpies paraules.

Aquesta codificació permet que totes les combinacions possibles d'activació simultània dels 16 estats codificables puguin estar actius simultàniament.

L'Alarm Word i l'Interlock Word es codifiquen i funcionen d'una manera equivalent al Status Word.

Molts dels elements físics o lògics necessiten paràmetres, pel que a continuació d'aquesta capçalera s'ubiquen els mateixos.

Per tal de poder direccionar d'una manera eficient els diferents elements el mapa de memòria s'organitza per tal de tenir estructures que puguin mantenir elements amb diferent quantitat de paràmetres.

Es defineixen estructures de 4 paraules, de 8 paraules, de 32 paraules i de 96 paraules.

Així doncs el mapa complet de memòria que es podria requerir queda definit:

Tipus d'estructures	Quantitat	Total	Adreça base
4 paraules	400 u.	1600 tags	410001-411600
8 paraules	300 u.	2400 tags	411601-414000
32 paraules	200 u.	6400 tags	414001-420400
96 paraules	100 u.	9600 tags	420400-430000

6.3 Arquitectura

En aquest apartat s'exposa l'arquitectura definida per al telecontrol dels túnels urbans de la ciutat de Barcelona per a garantir les necessitats descrites en anteriors punts:

- Control local
- No es pot perdre informació
- Sistema redundant
- Solució de mercat, oberta i estàndard
- Modular

Els túnels de la ciutat de Barcelona estan controlats amb un PLC redundant d'alta capacitat per a garantir l'alta disponibilitat del control.

Per altra banda, pel que fa al telecontrol de túnels, és un sistema redundant. El servidor primari es troba en el CPD de l'Ajuntament de Barcelona, mentre que el servidor de backup es troba físicament en el túnel. Per tant, l'execució lògica es realitzarà en el CPD.

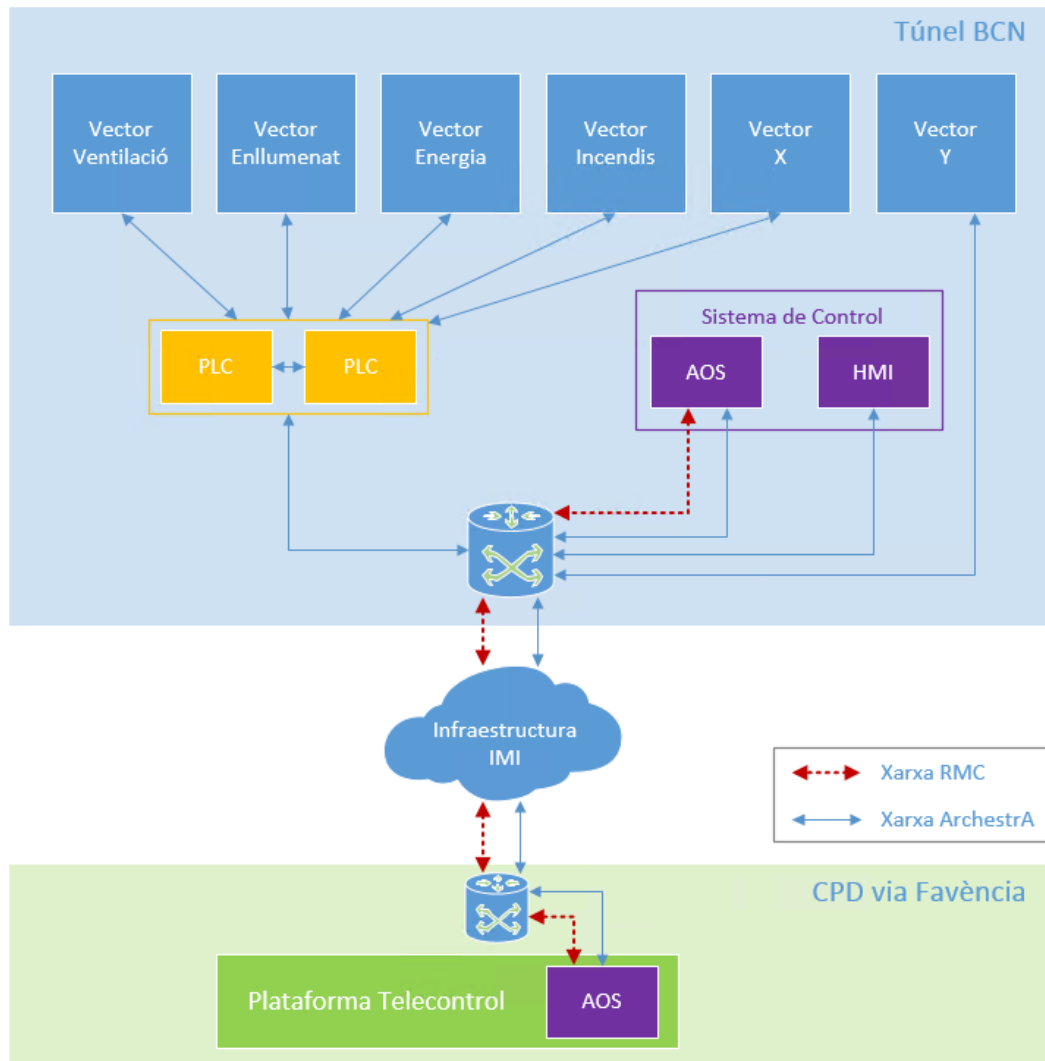
En cas de caiguda de comunicacions amb el CPD, l'execució lògica passarà a executar-se de forma local en el túnel, emmagatzemant en local totes les variables (Store & Forward). Un cop recuperades les comunicacions aquestes dades seran enviades al CPD per al seu correcte emmagatzemament. En aquesta situació de caiguda de comunicacions, el túnel només podrà ser operat de forma local en el propi túnel.

L'execució lògica és el que es balanceja entre el CPD i el túnel, la resta de serveis del telecontrol de túnels com (gestió de plans, bbdd d'històrics, informes, etc.) són executats en el CPD, tot i que des del túnel es poden executar sense problemes sempre que hi hagi comunicació.

Per a poder garantir aquesta redundància a nivell de telecontrol es requereixen 2 xarxes independents:

- Xarxa RMC: Xarxa destinada a sincronitzar els servidors per a la redundància.
- Xarxa ArchestrA: Xarxa per on circula tota la informació dels diferents vectors.

Aquesta arquitectura base és la que haurien de complir tots els túnels de la ciutat de Barcelona.



7.- Vectors

7.1 Energia

7.1.1 Definició funcional

El sistema d'energia comprèn aquells elements destinats a proporcionar l'alimentació als components de la resta dels sistemes.

7.1.2 Elements

El sistema d'abastiment elèctric es pot donar en 3 tipus de tensió, en baixa, mitja o alta tensió directament de companyia i pot comptar amb els següents elements:

- Interruptors
- Vigilants de tensió
- Centres de transformació
- Commutacions
- Grups electrògens
- SAI's
- Analitzadors de xarxa
- Comptadors d'energia

7.1.2.1 Interruptors

Xarxa

- Interruptor de xarxa principal.
- Interruptor de xarxa de reserva.

CCM (Centre Control Motors) "Quadre elèctric"

- Interruptor principal CCM il·luminació i serveis
- Interruptor Reserva CCM il·luminació i serveis
- Interruptor principal CCM ventilació
- Interruptor Reserva CCM ventilació

Les variables definides són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
.04 - 1:Tancat / 0:Obert			
.08 - Estat molla			
.09 - Disparo interruptor			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3 – Posar en Manteniment			
4 – Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Molla interruptor descarregada			
Interlock Word	I	A	

Interruptors circuits

Es recolliran les senyals d'estat de tots els circuits existents que entre altres poden ser els següents:

- Interruptor automàtic de la bateria de condensadors.
- Interruptors d'extractors.
- Interruptors de ventiladors.
- Interruptors de trapes.
- Interruptors del SAI.
- Interruptor de circuits auxiliars
- Interruptors de panells de missatge variables.

- Interruptors de línies de pals SOS.
- Interruptors de barreres.
- Interruptors de balises.
- Interruptors de preses de corrent del Centre de Control.
- Interruptors dels armaris de control semafòric.
- Interruptors dels racks de CTTV.
- Interruptors del sistema Fibrolàser detecció d'incendis.
- Interruptors de les estacions remotes / PLC's
- Interruptors dels diferents circuits d'enllumenat.
- Interruptors sistemes de comunicació radio (Tetra, etc..)

Les variables definides són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
.04 - 1:Tancat / 0:Obert			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3 – Posar en Manteniment			
4 – Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
Interlock Word	I	A	

7.1.2.2 Vigilants de tensió

Aquests elements monitoritzant la tensió de les escomeses (principal i reserva) en cas de pèrdua de tensió en alguna de les escomeses s'encarrega de realitzar la commutació entre escomeses.

Les variables definides són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
.04 - Tensió en escomesa principal			
.05 - Tensió en escomesa reserva			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3 – Posar en Manteniment			
4 – Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.05 - No hi ha presencia de tensió en escomesa principal			
.06 - No hi ha presencia de tensió en escomesa reserva			
Interlock Word	I	A	

7.1.2.3 Centres de transformació

Els túnels poden disposar d'un o varis Centres Transformadors CT propis, els quals realitzen una transformació d'alta a baixa tensió, per tal de realitzar la seva distribució des d'uns quadres específics.

Seguint la mateixa filosofia que amb la baixa tensió, caldrà que existeixi esquema unifilar de mitja tensió, representant transformadors, i interruptors en alta i baixa dels transformadors.

Les variables definides són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.05 - Estat interruptor alta tensió 1:Tancat / 0:Obert			
.06 - Estat interruptor baixa tensió 1:Tancat / 0:Obert			
.07 - Estat molla interruptor baixa tensió			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3 – Posar en Manteniment			
4 – Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.05 - Interruptor alta tensió obert			
.06 - Interruptor baixa tensió obert			
.07 - Molla interruptor descarregada			
Interlock Word	I	A	

7.1.2.4 Grups electrògens

Els túnels poden comptar amb un grup electrogen per garantir el subministrament en cas d'avaria de la xarxa principal i/o xarxa reserva. Aquest grup electrogen entrarà en servei de manera automàtica quan es produeixi una fallida en el subministrament de la companyia o una fallida en la commutació automàtica entre escomeses.

Les variables mínimes definides per a un grup electrogen són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.03 - 1:Funcionant / 0:Parat			
.04 - Estat interruptor commutació 1:Tancat / 0:Obert			
.05 - Sincronització amb xarxa 1:Sincronitzat / 0:No sincronitzat			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.-			
2.-			
3 - Posar en Manteniment			
4 - Treure Manteniment			
5.-			
6.-			
7.- Reset hores totals			
8.- Reset hores últim manteniment			
9.- Reset alarmes ("Rearme")			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 -			
.02 - Combustible baix			
.03 - Temperatura alta			
.04 - Bateria baixa			
.05 - Nivell oli baix			
Interlock Word	I	A	
Nivell combustible	I	A	
Tensió fase	I	A	
Intensitat fase	I	A	
Hores funcionament total	I	A	
Hores funcionament des de últim manteniment	I	A	

7.1.2.5 SAI

Dels SAI's s'ha de poder extreure la informació des d'un protocol de comunicacions Standard com Modbus, SNMP, etc.

SAI's amb protocol de comunicació Standard.

Les variables definides per a un grup electrogen són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.00 - 1: Fora de servei / 0: Disponible			
.01 - Manteniment			
.02 - PM OK			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3 - Posar en Manteniment			
4 - Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Fallida de comunicació			
Interlock Word	I	A	
Alarm 1	I	A	
Alarm 2	I	A	
Alarm 3	I	A	
Alarm 4	I	A	
Alarm 5	I	A	
State 1	I	A	
Datalogger Register 1: Status Flags	I	A	
L1-L2 Input Voltage Measure	I	A	
L2-L3 Input Voltage Measure	I	A	
L1-L3 Input Voltage Measure	I	A	
L1-N Input Voltage Measure	I	A	
L2-N Input Voltage Measure	I	A	
L3-N Input Voltage Measure	I	A	
Input Frequency Measure	I	A	

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
L1 Input Current Measure	I	A	
L2 Input Current Measure	I	A	
L3 Input Current Measure	I	A	
L1 Input Apparent Power Measure	I	A	
L2 Input Apparent Power Measure	I	A	
L3 Input Apparent Power Measure	I	A	
Total Input Active Power Measure	I	A	
L1 Input Power Factor Measure	I	A	
L2 Input Power Factor Measure	I	A	
L3 Input Power Factor Measure	I	A	
L1-N Inverter Voltage Measure	I	A	
L2-N Inverter Voltage Measure	I	A	
L3-N Inverter Voltage Measure	I	A	
L1 Inverter Current Measure	I	A	
L2 Inverter Current Measure	I	A	
L3 Inverter Current Measure	I	A	
L1-N Bypass Voltage Measure	I	A	

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
L2-N Bypass Voltage Measure	I	A	
L3-N Bypass Voltage Measure	I	A	
Bypass Frequency Measure	I	A	
L1 Bypass Current Measure	I	A	
L2 Bypass Current Measure	I	A	
L3 Bypass Current Measure	I	A	
L1 Output Voltage Measure	I	A	
L2 Output Voltage Measure	I	A	
L3 Output Voltage Measure	I	A	
Output Frequency Measure	I	A	
L1 Output Current Measure	I	A	
L2 Output Current Measure	I	A	
L3 Output Current Measure	I	A	
L1 Output Apparent Power Measure	I	A	
L2 Output Apparent Power Measure	I	A	
L3 Output Apparent Power Measure	I	A	
Total Output Apparent Power Measure	I	A	
L1 Output Active Power Measure	I	A	
L2 Output Active Power Measure	I	A	
L3 Output Active Power Measure	I	A	
Total Output Active Power Measure	I	A	
L1 Output Power Factor Measure	I	A	

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
L1 Output Load Level Measure	I	A	
L2 Output Load Level Measure	I	A	
L3 Output Load Level Measure	I	A	
Total Output Load Level Measure	I	A	
Rectifier Heatsink Temperature Measure	I	A	
Inverter Heatsink Temperature Measure	I	A	
Battery Temperature Measure	I	A	
Estimated Backup Time	I	A	
Estimated Battery Charge	I	A	
Total Input Load	I	A	
UPS Control Internal State	I	A	

Cas de ser SAI's sense SNMP, únicament es disposarà de senyals de contactes que serà:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 -			
.02 -			
.03 - 1:Encès / 0:Apagat			
.04 - 1:En carrega / 0: Standby			
.05 - By-pass			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3 – Posar en Manteniment			
4 – Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Térmic			
Interlock Word	I	A	

7.1.2.6 Analitzadors de xarxa

Aquests elements permeten conèixer diferents paràmetres de consum de la instal·lació elèctrica com (intensitat, tensió o potencia) per a les diferents instal·lacions existents en un túnel.

Les dades dels analitzadors de xarxa s'han de llegir mitjançant protocol estàndard (modbus o equivalent).

Les variables definides per a un analitzador de xarxa són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.00 – En funcionament			
.01 – Manteniment			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3 – Posar en Manteniment			
4 – Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 – Unknown State			
.01 – Not Ready			
.02 – Device fail			
.03 – Warning			
.04 – Communication Fail			
.05 – Necessary Reseting			
Interlock Word	I	A	
Estat del analitzador	I	A	
Total fundamental power factor	I	A	
Fundamental power factor on phase 1	I	A	

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Fundamental power factor on phase 2	I	A	
Fundamental power factor on phase 3	I	A	
Total Active Energy Import (kWh)	I	A	
Total current month Active Energy Import (kWh)	I	A	
Total Active Energy Export (kWh)	I	A	
Total current month Active Energy Export (kWh)	I	A	
Total Reactive Energy Import (kVArh)	I	A	
Total current month Reactive Energy Import (kVArh)	I	A	
Total Reactive Energy Export (kVArh)	I	A	
Total current month Reactive Energy Export (kVArh)	I	A	
Total Apparent Energy Import (VAh)	I	A	
Total Apparent Energy Export (VAh)	I	A	
Detected frequency from line (Hz)	I	A	
Instant current from line 1 (A)	I	A	
Instant current from line 2 (A)	I	A	
Instant current from line 3 (A)	I	A	
Average Current(A)	I	A	
Current Unbalance I1 (%)	I	A	
Current Unbalance I2 (%)	I	A	
Current Unbalance I3 (%)	I	A	
Current Unbalance Worst (%)	I	A	
Voltage Unbalance L-L Worst (%)	I	A	
Voltage Unbalance L-N Worst (%)	I	A	
Power Factor Total	I	A	

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Power Factor Phase 1	I	A	
Power Factor Phase 2	I	A	
Power Factor Phase 3	I	A	
Active power at line 1 (kW)	I	A	
Active power at line 2 (kW)	I	A	
Active power at line 3 (kW)	I	A	
Total active power detected (kW)	I	A	
Total reactive power detected (kVar)	I	A	
Total apparent power detected (kVA)	I	A	
Reactive power at line 1 (kVar)	I	A	
Reactive power at line 2 (kVar)	I	A	
Reactive power at line 3 (kVar)	I	A	
Aparent power at line 1 (kVA)	I	A	
Aparent power at line 2 (kVA)	I	A	
Aparent power at line 3 (kVA)	I	A	
Current THD line 1 (%)	I	A	
Current THD line 2 (%)	I	A	
Current THD line 3 (%)	I	A	
Current THD neutral (%)	I	A	
Voltage THD line 1 to line 2 (%)	I	A	
Voltage THD line 2 to line 3 (%)	I	A	
Voltage THD line 1 to line 3 (%)	I	A	
Voltage THD line to line average(%)	I	A	
Voltage THD line 1 to ground (%)	I	A	

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Voltage THD line 2 to ground (%)	I	A	
Voltage THD line 3 to ground (%)	I	A	
Voltage THD line to ground(%)	I	A	
Voltage between line 1 and 2 (V)	I	A	
Voltage between line 2 and 3 (V)	I	A	
Voltage between line 1 and 3 (V)	I	A	
Average voltage between lines (V)	I	A	
Voltage between line 1 and ground (V)	I	A	
Voltage between line 2 and ground (V)	I	A	
Voltage between line 3 and ground (V)	I	A	
Average voltage between line and ground (V)	I	A	
Voltage Unbalance L1-L2 (%)	I	A	
Voltage Unbalance L2-L3 (%)	I	A	
Voltage Unbalance L3-L1 (%)	I	A	
Voltage Unbalance L1-N (%)	I	A	
Voltage Unbalance L2-N (%)	I	A	
Voltage Unbalance L3-N (%)	I	A	

7.1.2.7 Comptadors d'energia

El sistema de control representarà tots els valors recollits pels comptadors de companyia.

Les dades dels comptadors d'energia s'han de llegir mitjançant protocol estàndard (modbus o equivalent).

Les variables definides són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.00 – En funcionament			
.01 - Manteniment			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3 – Posar en Manteniment			
4 – Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 – Alarma General			
Interlock Word	I	A	
Potencia activa T1	I	A	
Potencia activa T2	I	A	
Potencia activa T3	I	A	
Potencia activa T4	I	A	
Potencia activa T5	I	A	
Potencia activa T6	I	A	
Potencia reactiva T1	I	A	
Potencia reactiva T2	I	A	
Potencia reactiva T3	I	A	
Potencia reactiva T4	I	A	
Potencia reactiva T5	I	A	
Potencia reactiva T6	I	A	
Potencia total activa	I	A	
Potencia total reactiva	I	A	
Maxímetre T1	I	A	

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Maxímetre T2	I	A	
Maxímetre T3	I	A	
Maxímetre T4	I	A	
Maxímetre T5	I	A	
Maxímetre T6	I	A	
Total del màxímetre	I	A	

7.1.3 Funcionament

Aquest sistema és totalment informatiu no es disposa d'ordres des del sistema de Telecontrol, per tant totes les senyals seran d'entrada cap al sistema de Telecontrol.

Per regla general, si no hi ha cap problema, totes les instal·lacions del túnel són alimentades mitjançant l'escomesa principal i en cas de fallida passarà a la de reserva. En aquest cas s'ha de notificar al operador.

Per altra banda, a partir de la informació rebuda pels diferents elements físics del vector s'han de definir un conjunt d'alarmes a la capa de Telecontrol per indicar un mal funcionament del mateix.

Quan l'estat del interruptor és el mateix tant per l'escomesa principal com per a la de reserva s'ha de generar una alarma. No poden estar els 2 interruptors oberts o tancats alhora

- Tots dos tancats: No poden estar les 2 escomeses alimentant el túnel alhora
- Tots dos oberts: Suposaria que el túnel estaria sense corrent elèctric.

Referent a la gestió/eficiència energètica del túnel, s'ha de generar una alarma si el consum mensual es un X% superior a la mitja dels mesos anteriors, per a poder analitzar el seu origen.

7.1.4 Integració amb la plataforma

El control en temps real de tots aquests elements es realitza amb un sistema de control, situat en el propi túnel, format per dos PLCs redundants.

La connexió física es realitza a través de mòduls d'entrada i sortida. Aquests mòduls poden estar situats el mateix armari de control que els PLCs, o distribuïts pel propi túnel, sempre que el cablatge físic entre el PLC i aquest mòdul sigui Ethernet (Coure, o Fibra Òptica).

En el cas concret dels analitzadors de xarxa i comptadors elèctrics s'utilitzarà protocol Modbus TCP entre PLC i l'analitzador de xarxa.

La integració amb els SAI's es realitza amb un protocol estàndard com Modbus TCP o SNMP.

La integració amb la Plataforma de Telecontrol serà utilitzant el protocol Modbus TCP, amb una comunicació directa entre els PLCs i la pròpia Plataforma.

7.2 Enllumenat

7.2.1 Descripció Funcional

Les condicions d'il·luminació han d'assegurar als conductors una visibilitat adequada de dia i de nit als llindars del túnel, a les zones de transició i a la part central.

La instal·lació d'enllumenat dels túnels juga un paper molt important sobre tres aspectes:

- Seguretat del trànsit
- Comprensió del túnel
- Confort del conductor

7.2.2 Elements

Els elements que formen part del vector d'il·luminació són:

- Sistemes de control fotoelèctric i/o de control d'encesa
 - a. Luminancímetre / Il·luminancímetre
 - b. Fotocèl·lules
 - c. Relotges astronòmics i rellotges horaris
- Circuits i projectors
- Luminàries d'emergència

7.2.2.1 Sistemes de control fotoelèctric i/o de control d'encesa

Per activar les lluminàries adequades és necessari conèixer el nivell lumínic exterior i fer que la transició entre l'enllumenat exterior i l'interior sigui el més suau possible. D'acord amb aquest criteri, hi ha sistemes de control fotoelèctric a l'entrada dels túnels, amb sensibilitat regulable i detecció de quatre nivells distints de lluminositat.

Aquests sistemes estan instal·lats a les boques del túnel, actuant independentment sobre les línies d'enllumenat ennuolat, crepuscular i assolellat, activant-les o desactivant-les segons la il·luminació exterior.

Per fixar els valors d'aquests nivells d'enllumenat, s'han de tenir en compte una sèrie de variables diferents per a cada túnel; les més importants són:

- Densitat de trànsit
- Orientació
- Condicions meteorològiques
- Velocitat de circulació

La parametrització dels sensors de lluminositat es realitza en funció de l'estudi lumínic del túnel i les indicacions dels responsables de túnels.

Actualment existeixen algunes restriccions a l'encesa de l'enllumenat controlades mitjançant rellotges astronòmics i/o rellotges horaris. En la mesura del possible aquest funcionament hauria d'anar desapareixent a favor d'un funcionament basat en el nivell lumínic exterior.

7.2.2.1.1 L·luminacímetre / Il·luminacímetre

Les variables definides són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word .01 - Manteniment	I	A	
Command Word 0.- No ordre (la posa el PLC) 3 – Posar en Manteniment 4 – Treure Manteniment	O	A	
Alarm Word .00 - Alarma general .03 - Fora de rang	I	A	
Interlock Word	I	A	
PV (Mesura analògica)	I	A	
Consigna nivell Crepuscular	O	A	
Consigna nivell Ennuvolat	O	A	
Consigna nivell Solejat	O	A	

7.2.2.1.2 Fotocèl·lules

Es disposen de 3 fotocèl·lules ajustades per a poder representar per esglaons de la següent manera:

- Nocturn
- Crepuscular
- Ennuvolat
- Solejat

Les variables definides són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word .01 - Estat	I	A	
Command Word 0.- No ordre (la posa el PLC) 3 – Posar en Manteniment 4 – Treure Manteniment	O	A	
Alarm Word .00 - Alarma general	I	A	
Interlock Word	I	A	

7.2.2.1.3 Relotge astronòmic i rellotges horaris

Sistema mecànic que permet la restricció de funcionament de l'il·luminació en un rang horari determinat.

Les variables definides són

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Estat			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3 – Posar en Manteniment			
4 – Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
Interlock Word	I	A	

7.2.2.2 Circuits i Projectors

Cada nivell d'il·luminació (Diürn, ennuvolat, crepuscular o nocturn) esta format per un o n circuits elèctric.

Per a projectors VSAP, per cada nivell es disposarà de les següents senyals:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.- Fora de servei			
2.- Disponible			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure Manteniment			
5.- Automàtic			
6.- Manual			
7.- Ordre d'Encesa			
9.- Ordre d'apagat			
20.- Reset hores totals			
21.- Reset hores últim manteniment (canvi de làmpada)			
22.- Reset alarmes ("Rearme")			
30.- Habilitar restricció horària			
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 - Manteniment			
.02 - 1:Remot / 0:Local			
.03 - 1:Automàtic / 0:Manual			
.04 - 1:Encès / 0:Apagat			
.14 - 1:Restricció horària configurada / 0: No configurada			
.15 - 1:Restricció horària activa / 0: No activa			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Protecció Tèrmic de nivell			
.04 - Fallida discordança			
.05 - Diferencial			
.07 - Protecció Tèrmic de circuit			
Interlock Word	I	A	
Hores funcionament total nivell	I	A	
Hores funcionament nivell des de últim manteniment	I	A	
Hores funcionament total circuit n	I	A	
Hores funcionament circuit n des de últim manteniment	I	A	
Hora inici restricció	O	A	
Hora fi restricció	O	A	

Nota: Actualment, en alguns túnels hi ha selectors de 4 estats possibles (Manual, 0, Remot i automàtic) en aquest cas l'estat remot i automàtic haurien de ser el mateix, en tot cas, quan es detecti aquest cas s'estudiarà la millor solució.

Per a projector amb tecnologia LED per a cada nivell es disposarà de les següents senyals:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.- Fora de servei			
2.- Disponible			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure Manteniment			
5.- Automàtic			
6.- Manual			
7.- Ordre d'Encesa			
9.- Ordre d'apagat			
20.- Reset hores totals			
21.- Reset hores últim manteniment (canvi de làmpada)			
22.- Reset alarmes ("Rearme")			
30.- Habilitar restricció horària			
Status Word	I	A	

.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible
 .01 - Manteniment
 .02 - 1:Remot / 0:Local
 .03 - 1:Automàtic / 0:Manual
 .04 - 1:Encès / 0:Apagat
 .14 - 1:Restricció horària configurada / 0: No configurada
 .15 - 1:Restricció horària activa / 0: No activa

Alarm Word	I	A
.00 - Alarma general		
.01 - Protecció Tèrmic de nivell		
.04 - Fallida discordança		
.05 - Diferencial		
.07 - Protecció Tèrmic de circuit		
Interlock Word	I	A
Hores funcionament total nivell	I	A
Hores funcionament nivell des de últim manteniment	I	A
Hores funcionament total circuit n	I	A
Hores funcionament circuit n des de últim manteniment	I	A
SP (Consigna % Intensitat lumínica)	O	A
PV (% Intensitat lumínica)	I	A
Potencia consumida	I	A
Hora inici restricció	O	A
Hora fi restricció	O	A

7.2.2.3 Luminàries d'emergència

Les variables definides són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
.04 - Estat interruptor del circuit de lluminàries d'emergència			
.05 - Detector de presència de tensió			
Command Word	O	A	
0 - No ordre (la posa el PLC)			
3 - Posar en Manteniment			
4 - Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Protecció Tèrmic			
Interlock Word	I	A	

Dintre de les lluminàries d'emergència també s'han de tenir en compte les banderoles de sortida "EXIT".

7.2.3 Funcionament

7.2.3.1 Enllumenat Normal

Tenint en compte que l'enllumenat interior dels túnels depèn directament de les condicions de llum exterior en cada moment, cal considerar els següents nivells d'enllumenat:

- Diürn o assolellat.
- Ennuvolat.
- Crepuscular.
- Nocturn.

En el Centre de Control Local, o en el Local Tècnic en els túnels tipus A, es disposarà de la informació dels sensors de lluminositat i la situació de l'enllumenat del túnel en cada moment.

L'encesa dels diferents nivells d'enllumenat dels túnels serà automàtic. Des dels centres de control locals CCL o LT, es podrà actuar de forma manual sobre l'enllumenat del túnel. El CCT també podrà actuar sobre les enceses, activant o desactivant els diferents nivells.

Així, l'operador podrà controlar la il·luminació normal del túnel de dues formes, automàtica o manual.

A) Automàtica

Si l'operador ha escollit el mode automàtic de control de la il·luminació, corren seqüències de vigilància, les quals, en funció de la mesura del sistema de control fotoelèctric, posa cada túnel en el nivell d'il·luminació d'acord amb les dades anteriors.

Els senyals transmesos per la fotocèl·lules o lluminàcímètre han de rebre un filtrat, considerant que són valors analògics.

Els sensors proporcionen la intensitat lumínica de l'exterior i el sistema de control ha de detectar en quin nivell d'enllumenat es troba. Per a poder passar d'un nivell a un altre, un cop sobrepassat el límit Y de nivell ha de romandre X temps per a que realment canviï de nivell. Tant el temps X com el límits Y han de ser configurables.

Per evitar pics en el consum, no es permetrà encendre diversos nivells alhora, deixant una temporització entre nivells. Hi ha un paràmetre que es Temps entre nivells el qual es configurable desde SCADA.

Els nivells d'enllumenat són acumulatius, per tant, haurien d'estar encesos els nivells anteriors a l'actiu. L'ordre de funcionament es:

1. Nocturn o basic.
2. Crepuscular.
3. Ennuvolat.
4. Assolellat.

	Nivell lumínic exterior túnel			
Circuits actius	Nocturn	Crepuscular	Ennuvolat	Assolellat
Nocturn o basic				
Crepuscular				
Ennuvolat				
Assolellat				

Per tant, si està un nivell d'enllumenat actiu i el seu anterior no està actiu s'ha de generar una alarma per indicar aquesta anomalia.

En el cas d'utilitzar tecnologia LED per a la il·luminació no es faran servir els 4 nivells d'enllumenat. En aquest cas s'implementarà un llaç de control adaptatiu a una corba predefinida. Aquesta corba podrà variar en funció de les diferents variables, com per exemple:

- Intensitat lumínica interior i exterior
- Velocitat del transit
- Intensitat de vehicles
- Condicions meteorològiques
- Etc.

Aquesta corba s'obtindrà després de realitzar un estudi lumínic del túnel i serà única per a cada túnel.

B) Manual

Si l'operador ha escollit el mode manual de control de la il·luminació, podrà posar el nivell desitjat a cada zona a la seva voluntat.

C) Plans d'emergència o plans programats sobre l'enllumenat

Cas d'emergència o d'actuació programada sobre l'enllumenat, i prèvia validació de l'operador del Centre de Control de Túnel, s'activarà el pla associat a la zona seleccionada, el qual engegarà l'activació de l'enllumenat prevista al mateix.

La desactivació dels elements engegats es farà de manera manual a petició de l'operador o amb un pla programat per a la seva desactivació.

El sistema d'enllumenat es pot veure afectat pel sistema d'energia i el sistema d'incendi:

Pel que fa a Energia, a l'hora d'activar nivells de l'enllumenat es tindran en compte els circuits amb defecte i l'estat dels seccionadors generals i commutadors local/remot per donar l'ordre de marxa únicament als circuits que hi puguin respondre.

7.2.3.2 Enllumenat de seguretat

L'enllumenat de seguretat tindrà la funció de dotar al túnel d'aquella il·luminació mínima que permeti una visibilitat suficient per a què els usuaris del túnel puguin evacuar-lo en els seus vehicles, en cas d'avaría del subministrament d'energia elèctrica.

S'instal·larà al llarg del túnel i tindran una autonomia de funcionament mitjançant el SAI, en el cas de defecte de subministrament elèctric. El subministrament elèctric vindrà del SAI en el moment de fallida.

7.2.3.3 Enllumenat d'emergència

S'instal·larà al llarg del túnel i tindran una autonomia de funcionament en el cas de defecte de tots els subministraments elèctrics. La seva activació serà automàtica en el moment que falli el subministrament.

Les llumeneres incorporaran una bateria amb connexió automàtica en cas de fallida en el subministrament normal o bé quan la tensió baixa per sota del 70% del seu valor nominal.

7.2.3.4 Enllumenat de galeries d'evacuació

En les galeries d'evacuació, la il·luminació estarà normalment apagada i, en cas d'incident, s'activarà de manera automàtica a l'obrir qualsevol de les portes de la pròpia galeria. L'apagada es farà des del centre de control.

L'operador de forma manual també podrà activar aquesta il·luminació.

7.2.4 Integració amb la plataforma

El control en temps real de tots aquests elements es realitza amb un sistema de control, situat en el propi túnel, format per dos PLCs redundants.

La connexió física es realitza a través de mòduls d'entrada i sortida. Aquests mòduls poden estar situats el mateix armari de control que els PLCs, o distribuïts pel propi túnel, sempre que el cablatge físic entre el PLC i aquest mòdul sigui Ethernet (Coure, o Fibra Òptica).

La integració amb la Plataforma de Telecontrol serà utilitzant el protocol Modbus TCP, amb una comunicació directa entre els PLCs i la pròpia Plataforma.

7.3 Ventilació

7.3.1 Descripció Funcional

El sistema de ventilació comprèn aquells elements destinats a proporcionar la ventilació a l'interior dels túnels i extreure els fums del seu interior.

En funció de la seva tipologia, la ventilació del túnel pot emprar 2 sistemes:

- Ventilació transversal.
- Ventilació longitudinal.

Combinant aquests 2 sistemes poden donar lloc a sistemes mixtes com els següents:

- Semitransversal
- Ventilació amb pous
- Longitudinal amb extraccions massives

Segons la seva finalitat, la ventilació pot tenir diferents funcions:

1. FUNCIO SANITÀRIA/AMBIENTAL

El control del sistema de ventilació té per objectiu mantenir per sota d'uns màxims admissibles la concentració de CO i l'opacitat de l'aire dins dels túnels.

Les consignes de funcionament estaran definides de forma particular per a cada túnel.

Els paràmetres que es tindran en compte per establir el règim de ventilació apropiat a l'interior dels túnels són:

- Concentració de CO. La concentració de CO la proporcionen els diferents mesuradors de CO instal·lats al túnel.
- Concentració de NOx. La concentració de NOx la proporcionen els diferents mesuradors de NOx instal·lats al túnel.
- Partícules en suspensió. Pm 10, pm5, pm2,5. Les partícules en suspensió la proporcionen els diferents mesuradors.
- Opacitat. L'opacitat la proporcionen els diferents opacímetres instal·lats al túnel.
- Velocitat del vent a l'interior. La velocitat del vent a l'interior la proporcionen els diferents anemòmetres instal·lats al túnel.
- Les condicions atmosfèriques exteriors (Pressió, velocitat del vent, etc.)

2. FUNCIO EN CAS D'INCENDI

Durant l'evacuació:

- Conduir el fum a una velocitat controlada per la clau del túnel cap a l'exterior per no contaminar a les persones que s'està evacuant.
- Evitar que el fum surti d'un tub i entri al contigu.

Després d'evacuació:

- Extreure els fums per facilitar la intervenció per part dels bombers.
- Evitar que el fum surti d'un tub i entri al contigu.

3. FUNCIO MANUAL

Per encendre manualment els ventiladors.

Els senyals que tracta la Sala de Control, dels elements pertanyents a aquest sistema, són les proporcionades pels ventiladors, extractors, trampetes, les mesures dels detectors de CO, les mesures dels mesuradors de NOx, mesuradors de partícules en suspensió, opacímetres i anemòmetres, i les ordres per a l'activació i desactivació dels ventiladors, extractors i trampetes.

7.3.2 Elements

Els elements que formen part del sistema de ventilació són:

- Ventiladors
- Extractors
- Trampetes
- Mesuradors de CO
- Mesuradors NOx
- Mesuradors partícules en suspensió
- Opacímetres
- Anemòmetres interiors

7.3.2.1 Ventiladors

Els ventiladors poden tenir un únic sentit de funcionament o ser reversibles

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.- Fora de servei			
2.- Disponible			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure de Manteniment			
5.- Automàtic			
6.- Manual 			
7.- Marxa sentit de la circulació			
8.- Marxa sentit invers a la circulació			
9.- Ordre de parada			
20.- Reset hores totals			
21.- Reset hores últim manteniment			
22.- Reset alarmes ("Rearme")			
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 - Manteniment			
.02 - 1:Remot / 0:Local			
.03 - 1:Automàtic / 0:Manual			
.04 - 1:Marxa / 0:Parada			
.05 - 1:Directe (Sentit transit) / 0:Invers			
.06 - Arrencant			
.07 - Aturant			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Protecció PT bobinats o variador/arrencador			
.02 - Parada vibracions motor			

.03 - Excés temperatura motor

.04 - Fallida discordança (no arrancada en un determinat temps)

.05 - Diferencial

.06 - Magnetotèrmic

.07 - Relé Tèrmic

.08 - Parada per enclavament

.09 - Hi

.10 - HiHi

Interlock Word	I	A
SP (Consigna % velocitat de gir)	O	A
PV (% velocitat de gir)	I	A
Hores funcionament total	I	A
Hores funcionament des de últim manteniment	I	A
Tensió sortida variador de freqüència	I	A
Intensitat sortida variador de freqüència	I	A
Vibracions motor	I	A
Temperatura del motor	I	A
SP Hi alarma vibracions excessives	O	A
SP HiHi alarma vibracions excessives	O	A

La relació entre els retroavisos de ventilació "Estat del tèrmic" i "Avaria (engegada de proteccions o alarma de l'arrencador)" és la següent:

"Estat del tèrmic":

- Si el contacte està tancat ⇒ interruptor del ventilador en bon estat.
- Si el contacte està obert ⇒
 - a) Algú està actuant en mode local (confirmar amb el retroavís "Selector en mode remot o local").
 - b) S'ha produït una avaria (confirmar amb el retroavís "Avaria (engegada de proteccions o alarma de l'arrencador)").

"Avaria (engegada de proteccions o alarma de l'arrencador)":

- S'activarà quan, o bé saltin les proteccions del ventilador (tèrmic o diferencial), o bé es produeixi una alarma de l'arrencador del ventilador.

La disponibilitat del sistema de ventilació, vindrà donada per l'estat del interruptor de l'escomesa del CCM de ventilació.

La disponibilitat d'un ventilador en concret estarà vinculada a l'estat dels següents punts:

- Selector en local/remot
- Diferencial
- Magneto tèrmic
- Relè tèrmic
- Estat arrencador o variador

Si qualsevol element anterior es trobés en local o fora de servei el ventilador no es trobaria disponible, fet que no permetria poder comandar en remot l'equip.

7.3.2.2 Extractors

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.- Fora de servei			
2.- Disponible			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure de Manteniment			
5.- Automàtic			
6.- Manual			
7.- Marxa			
8.-			
9.- Ordre de parada			
20.- Reset hores totals			
21.- Reset hores últim manteniment			
22.- Reset alarmes ("Rearme")			
Status Word	I	A	

.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible
 .01 - Manteniment
 .02 - 1:Remot / 0:Local
 .03 - 1:Automàtic / 0:Manual
 .04 - 1:Marxa / 0:Parada
 .05 -
 .06 - Arrencant
 .07 - Aturant

Alarm Word	I	A
.00 - Alarma general		
.01 - Protecció PT bobinats o variador/arrencador		
.02 - Parada vibracions motor		
.03 - Excés temperatura motor		
.04 - Fallida discordança (no arrancada en un determinat temps)		
.05 – Diferencial		
.06 - Magnetotèrmic		
.07 - Relé Tèrmic		
.08 - Parada per enclavament		
.09 - Hi		
.10 - HiHi		
Interlock Word	I	A
SP (Consigna % velocitat de gir)	O	A
PV (% velocitat de gir)	I	A
Hores funcionament total	I	A
Hores funcionament desde últim manteniment	I	A
Tensió sortida variador de freqüència	I	A
Intensitat sortida variador de freqüència	I	A
Vibracions motor	I	A

7.3.2.3 Trampetes

7.3.2.3.1 Trampetes d'extracció

Les trampetes d'extracció tenen com a finalitat permetre el pas del flux de fum per a la seva extracció a l'exterior del túnel.

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.- Fora de servei			
2.- Disponible			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure de Manteniment			
5.- Automàtic			
6.- Manual			
7.- Obrir			
8.-			
9.- Tancar			
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 - Manteniment			
.02 - 1:Remot / 0:Local			
.03 - 1:Automàtic / 0:Manual			
.04 - 1:Oberta / 0:Tancada			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Protecció Tèrmic			

7.3.2.3.2 Trampetes d'impulsió

Les trampetes d'impulsió tenen com a finalitat permetre el pas del flux d'aire cap a l'interior del túne

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 - Manteniment			
.02 - 1:Remot / 0:Local			
.03 - 1:Automàtic / 0:Manual			
.04 - 1:Oberta / 0:Tancada			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.- Fora de servei			
2.- Disponible			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure de Manteniment			
5.- Automàtic			
6.- Manual			
7.- Obrir			
8.-			
9.- Tancar			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Protecció Tèrmic			
.04 - Fallida discordança			
.05 - Diferencial			
.06 -			
.08 - Parada per enclavament			
Interlock Word	I	A	

7.3.2.3.3 Trampetes bidireccionals

Les trampetes bidireccionals permeten dirigir el flux d'aire cap a dues direccions (A i B).

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.- Fora de servei			
2.- Disponible			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure de Manteniment			
5.- Automàtic			
6.- Manual			
7.- Posició A			
8.- Posició B			
9.- Tancar			
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 - Manteniment			
.02 - 1:Remot / 0:Local			
.03 - 1:Automàtic / 0:Manual			
.04 - 1:Posició A / 0:Posició B			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Protecció Tèrmic			
.04 - Fallida discordança			
.05 - Diferencial			

7.3.2.4 Mesuradors de CO

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
Command Word	O	A	
0 - No ordre (la posa el PLC)			
3 - Posar en Manteniment			
4 - Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.02 - Avaria de l'equip			
.03 - Fora de rang			
.09 - Hi			
.10 - HiHi			
Interlock Word	I	A	
PV (Mesura analògica)	I	A	
Rang inferior (ppm)	O	A	
Rang superior (ppm)	O	A	
SP Hi alarma de concentració de CO (ppm)	O	A	
SP HiHi alarma de concentració de CO (ppm)	O	A	

7.3.2.5 Mesuradors de NOx

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
Command Word	O	A	
0 - No ordre (la posa el PLC)			
3 - Posar en Manteniment			
4 - Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.02 - Avaria de l'equip			
.03 - Fora de rang			
.09 - Hi			
.10 - HiHi			
Interlock Word	I	A	
PV (Mesura analògica)	I	A	
Rang inferior (ppm)	O	A	
Rang superior (ppm)	O	A	
SP Hi alarma de concentració de CO (ppm)	O	A	
SP HiHi alarma de concentració de CO (ppm)	O	A	

7.3.2.6 Mesuradors de partícules

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
Command Word	O	A	
0 - No ordre (la posa el PLC)			
3 - Posar en Manteniment			

4 - Treure Manteniment		
Alarm Word	I	A
.00 - Alarma general		
.02 - Avaria de l'equip		
.03 - Fora de rang		
.09 - Hi		
.10 - HiHi		
Interlock Word	I	A
PV (Mesura analògica)	I	A
Rang inferior (ppm)	O	A
Rang superior (ppm)	O	A
SP Hi alarma de concentració de CO (ppm)	O	A
SP HiHi alarma de concentració de CO (ppm)	O	A

7.3.2.7 Opacímetres

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
Command Word	O	A	
0 - No ordre (la posa el PLC)			
3 - Posar en Manteniment			
4 - Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.02 - Avaria de l'equip			
.03 - Fora de rang			
.09 - Hi			
.10 - HiHi			
Interlock Word	I	A	
PV (Mesura analògica)	I	A	
Rang inferior	O	A	
Rang superior	O	A	
SP Hi alarma d'opacitat	O	A	
SP HiHi alarma d'opacitat	O	A	

7.3.2.8 Anemòmetres interiors

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
Command Word	O	A	
0 - No ordre (la posa el PLC)			
3 - Posar en Manteniment			
4 - Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.02 - Avaria de l'equip			
.03 - Fora de rang			
.09 - Hi			
.10 - HiHi			
Interlock Word	I	A	
PV (Mesura analògica)	I	A	
Sentit del vent	I	A	
Rang inferior	O	A	
Rang superior	O	A	
SP Hi alarma velocitat vent	O	A	
SP HiHi alarma velocitat vent	O	A	

7.3.3 Funcionament

Tot estant els commutadors dels ventiladors en posició "REMOT", l'operador podrà controlar la ventilació dels túnels de dos modes diferents, automàtic i manual. Així mateix, es podrà actuar sobre la ventilació mitjançant l'activació d'un pla d'emergència o d'un pla programat sobre la ventilació del túnel.

a) Automàtica

Quan l'operador ha escollit aquest mode, la determinació del nivell de ventilació es realitza per mitjà d'un algoritme de ventilació automàtica que executa el sistema de control.

L'algoritme de ventilació del túnel serà definit mitjançant un estudi de ventilació específic per túnel, d'aquest estudi generarà un algoritme adaptat a les necessitats d'aquest túnel. Per tant, a través del pla aprovat per l'Autoritat Administrativa s'implementa l'algoritme corresponent a cada túnel a Telecontrolar.

b) Plans d'emergència o plans programats sobre la ventilació

En cas d'emergència o d'actuació programada sobre la ventilació, i prèvia validació de l'operador del Centre de Control de Túnel, s'activarà el pla associat a la zona seleccionada, el qual engegarà la seqüència de ventilació prevista al mateix.

La desactivació dels elements engegats es farà de forma manual a petició de l'operador o amb un pla programat per a la seva desactivació.

El sistema de ventilació es pot veure afectat pel sistema d'energia i el sistema d'incendi:

Pel que fa a energia, a l'hora d'activar nivells de ventilació es tindran en compte els ventiladors amb defecte i l'estat dels seccionadors generals i commutadors local/remot per donar l'ordre de marxa únicament als ventiladors que puguin respondre a la mateixa, és a dir, el sistema haurà de conèixer quins ventiladors no estan disponibles per posar en marxa només els que estiguin disponibles.

7.3.4 Integració amb la plataforma

El control en temps real de tots aquests elements es realitza amb un sistema de control, situat en el propi túnel, format per dos PLCs redundants.

La connexió física es realitza a través de mòduls d'entrada i sortida. Aquests mòduls poden estar situats el mateix armari de control que els PLCs, o distribuïts pel propi túnel, sempre que el cablatge físic entre el PLC i aquest mòdul sigui Ethernet (Coure, o Fibra Òptica).

La integració amb la Plataforma de Telecontrol serà utilitzant el protocol Modbus TCP, amb una comunicació directa entre els PLCs i la pròpia Plataforma.

7.4 Comunicacions

7.4.1 Descripció Funcional

Són tots aquells sistemes i instal·lacions destinats a la comunicació entre els usuaris i els diferents agents implicats en l'exploració dels túnels.

El vector de comunicació esta format per les instal·lacions que hi pugui haver de:

- Megafonia
- Pals SOS
- Sistemes de Radio comunicació
- Tetra

7.4.2 Elements

7.4.2.1 Megafonia

Els sistemes de megafonia estan format principalment per els següents elements:

- Pupitre microfònic local
- Pupitre microfònic remot
- Etapes de potencia
- Control de volum zones
- Equip de reproducció de missatges preprogramats
- Fonts d'alimentació
- Projectors acústics

Aquests equips estan distribuïts als locals tècnics del túnel i al centre de control amb l'excepció dels projectors acústics que es trobaran distribuïts pel túnel.

7.4.2.2 Pals SOS

Els senyals que tracta la Sala de Control dels elements pertanyent a aquest sistema són els proporcionats pels pals SOS. Nomes s'integraran al sistema de Telecontrol pals SOS amb tecnologia IP. Aquests pals fan servir VoIP per a la comunicació i el protocol que s'utilitza amb la integració del Telecontrol es SIP (Session Initiation Protocol).

Les funcionalitats requerides es descriuen a la taula següent:

Status Word	Estat
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible	
.01 - Estat del pal (Fonia)	
.03 - Estat de la comunicació	
Alarm Word	Estat
.00 - Alarma general	
.01 - Porta oberta	
.02 - Bateria baixa	
Recepció trucada	Acció
Obrir fonia	Acció
Tancar fonia	Acció
Emissió trucada	Acció
Ajust Volum	Acció

Tanmateix, al llarg del túnel hi ha senyals lluminosos que indiquen la ubicació dels pals SOS.

A nivell de Telecontrol s'ha de conèixer si estan actives o no aquestes senyalitzacions.

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
.04 – Estat senyal lluminós			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3 – Posar en Manteniment			
4 – Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 – Estat tèrmic			
Interlock Word	I	A	

7.4.2.3 Sistemes de Radiocomunicació

Són els sistemes encarregats de donar servei als cables radiants i antenes disposades al interior del túnel, per tal de que els serveis d'emergències puguin tenir comunicació amb l'exterior del túnel.

Estan formats per antenes UHF i VHS instal·lades al exterior del túnel. Així mateix a les sales de control dels túnels es disposen de les electròniques de potència de les antenes tant interiors com exteriors. No definit actualment.

7.4.2.4 Tetra

No definit actualment

7.4.3 Funcionament

7.4.3.1 Megafonia

Caldrà poder llençar missatges “en viu” des del pupitre del centre de Control i missatges preprogramats des del sistema SCADA al sistema de megafonia, diferenciant per túnel el tub i zones i el missatge a retransmetre.

7.4.3.2 Pals SOS

El sistema de pals SOS comprèn aquells elements destinats a oferir ajuda i assistència a l'usuari dels túnels en cas de necessitat.

El control del sistema de pals SOS té per objectiu advertir a l'operador de l'ús que s'està fent a cada moment d'aquests elements. És a dir, al lloc de l'operador se senyalitzaran els armaris de pals SOS existents al túnel, indicant-ne el seu estat.

L'operador podrà visualitzar si existeix trucada a qualsevol armari de pal SOS, mitjançant la seva indicació lluminosa, parpellejant en cas de trucada, i fixa en cas de fonia. En cas de repòs romandrà encesa.

L'operador, podrà gestionar les ordres i senyals abans indicades.

A més d'ubicar cada armari de pal SOS al gràfic corresponent, es disposarà d'un gràfic específic per aquest sistema, en el qual apareixeran tots els armaris de pal SOS existents.

Els pals tindran que estar representats al plànol del túnel i poder visualitzar en un pop-up cadascuna de les senyals a esmentades anteriorment.

7.4.3.3 Sistema de radiocomunicacions per cable radiant

El sistema de radiocomunicacions comprèn aquells elements destinats a donar cobertura al túnel amb banda VHF (150 MHz), amb l'objectiu de donar servei a la Guàrdia Urbana, els Bombers, SEM, etc.

Permet operar des de AM (500 kHz) fins LAN cel·lular sense cable (2,4 GHz) amb antena exterior de freqüència UHF i VHF exterior (subsistemes TETRA i FM).

Aquest subsistema està constituït pels següents elements:

- Cable radiant, disposat al llarg del tub o tubs del túnel.
- Antenes, transmissors, connectors, càrregues, i tots els equips necessaris per a la correcta instal·lació d'aquest sistema.

Dins del túnel, el senyal es condueix mitjançant el cable radiant.

Existeix un sistema d'amplificació (Down Link i Up Link), el qual està connectat per un costat a l'antena exterior i per l'altre al cable radiant.

Aquest subsistema no serà controlat des de la Sala de Control, pel que no es generarà cap senyal a connectar al PLC, i no requerirà cap tipus de control ni operació per part de l'operador o supervisor.

7.4.4 Integració amb la plataforma

Integració directa Plataforma amb Pals, a través de protocol (SIP), mitjançant unes APIs (driver i llibreries) d'integració, instal·lades a la pròpia plataforma.

7.5 Imatge

7.5.1 Descripció Funcional

Aquest vector està format pels sistemes:

- CCTV
- DAI

El sistema de CCTV comprèn aquells elements destinats a oferir a l'operador informació visual del que està succeint als túnels en tot moment.

El control del sistema de detecció automàtica d'incidents (DAI) té per objectiu incidents de forma automàtica com:

- Accidents
- Vehicle en contra direcció
- Vehicle aturat
- Vianants
- Etc.

7.5.2 Elements

- CCTV
 - Videogravador
 - Càmeres fixes
 - Càmeres mòbils
 - Càmeres termogràfiques
 - Gestor del videowall
 - Convertidors de medi
- DAI

7.5.3 Funcionament

7.5.3.1 CCTV

El sistema pot estar format per càmeres fixes o mòbils de TV per a la supervisió. La quantitat de càmeres i tipologia anirà en funció del tipus de túnel. Generalment, les càmeres interiors són fixes i les exteriors mòbils.

Per a facilitar la integració i control de les càmeres a la plataforma de Telecontrol les càmeres han de ser càmeres IP. En el cas que les càmeres de TV siguin càmeres analògiques hauran d'estar connectades a un videograbador o a algun dispositiu que converteix la senyal de vídeo a senyal IP, per tant, es podrà accedir a les diferents càmeres mitjançant comunicació IP.

Les càmeres ha de permetre obtenir vídeo mitjançant el protocol estàndard de vídeo RTSP o han de ser compatibles amb l'estàndard ONVIF.

L'operador de la Sala de Control podrà presentar als monitors del Sistema de Control de CCTV la imatge que estimi com a més necessària.

En el cas de càmeres mòbils es podrà de forma remota telecontrolar els seus moviments, zoom i focus.

Si s'utilitzen càmeres termogràfiques, aquestes han de poder generar alarmes per llindar de temperatura consignable, velocitat d'augment de temperatura, etc.

Existeix una aplicació de control de CCTV específica que s'utilitzarà per a gestionar els videograbadors i sistemes de vídeo de manera remota o des de el centre del control.

Els senyals que tracta la Sala de Control són les de vídeo per a cada una de les càmeres fixes i les de vídeo i telecomandament de les càmeres mòbils.

7.5.3.2 DAI

Per al control de les incidències que puguin esdevenir-se, es disposa d'un sistema de Detecció Automàtica d'Incidents DAI.

A tal fi es compte amb targetes de processament d'imatges de vídeo, com elements primaris de selecció de paràmetres de trànsit.

Les imatges de les càmeres interiors de túnel estan connectades a les targetes de processament de vídeo que detecten vehicles aturats, vehicles en sentit contrari, congestió i vianants o objectes.

Quan una targeta detecta alguna d'aquestes anomalies a la imatge que prové de la càmera assignada, envia una alarma al sistema de control. Aquestes alarmes estaran diferenciades en funció de l'anomalia detectada (vehicle aturat, vehicle en contra direcció, baixa visibilitat, etc.).

Les alarmes provinents de les targetes de processament de les imatges de les càmeres interiors serviran per desencadenar avisos a l'operador i mostrar en una pantalla l'alarma generada i la càmera associada a la incidència per a que l'operador decideixi les accions a realitzar.

Totes les alarmes generades pel sistema DAI han de quedar enregistrades en un històric.

Un cop generada l'alarma l'operador ha de validar que l'alarma generada es real i no és una falsa alarma i en cas de que l'alarma sigui vàlida l'aplicatiu ha de proposar els plans associats a aquesta tipologia d'alarmes segons estipula el manual d'exploració vigent.

A part dels senyals de vídeo per cada una de les càmeres fixes existents dins dels túnels i les de vídeo i telecomandament de les càmeres mòbils exteriors, el sistema també permet l'enclavament (mostrar la imatge de vídeo) automàtic de càmeres enfront de diferents esdeveniments:

- Pals SOS, en cas de trucada i/o porta oberta.
- Extintors, en cas de porta oberta.
- BIES, en cas de porta oberta.
- Detectors de CO, en cas de concentració molt alta.
- Opacímetres, en cas d'opacitat molt alta.
- Zona d'Incendi, en cas d'alarma d'incendis.
- Alarmes de DAI, provinents de les targetes processadors d'imatge de les càmeres interiors (vehicles aturats, vehicles en sentit contrari, congestió i vianants o objectes).

Cas de presentar-se qualsevol d'aquests incidents, es presentarà al monitor de l'operador la imatge de la càmera associada, per a validar si l'incident és real o és una falsa alarma i seleccionar en cas necessari el pla pertinent per a solucionar la incidència.

7.5.4 Integració amb la plataforma

CCTV. Per a integrar la imatge en temps real a l'aplicació SCADA desenvolupada amb Wonderware, s'ha d'utilitzar un control .NET per visualitzar vídeo en streaming, utilitzant el protocol de vídeo RTSP (un estàndard de vídeo en temps real).

D'aquesta forma l'operador en prèmer sobre alguna càmera de l'SCADA podrà veure la imatge de la càmera en temps real.

Tot i que l'opció recomanada és utilitzar l'estàndard ONVIF per a la seva integració.

La seva integració no es farà a través dels PLCs. Es farà directament amb la Plataforma.

La integració es centra en la visualització en temps real de la imatge. No es contempla l'edició o gestió de les gravacions, des de la Plataforma.

7.6 Incendis – PCI

7.6.1 Descripció Funcional

El sistema de detecció d'incendis té per objectiu avisar a l'operador de la possibilitat d'incendi a un túnel, per així prendre les mesures que estimi més convenients en funció de la magnitud de l'incendi.

Les instal·lacions d'extinció d'incendis tenen per objecte aportar els medis d'extinció per atendre en primera instància un incendi o conat d'incendi a l'interior del túnel.

7.6.2 Elements

Els elements que formen part del sistema de detecció d'incendis són:

- Detecció lineal d'incendis
- Centraletes d'incendis i els seus elements accessoris:
 - Detectors de CO
 - Detectors òptics
 - Detectors termovelocimètrics
 - Polsadors d'alarma
 - Sirenes

Els elements que formen part del sistema d'extinció d'incendis són:

- Boques d'incendi equipades (BIE)
- Extintors
- Xarxa d'hidrants

7.6.2.1 Elements detecció incendis

7.6.2.1.1 Detecció lineal d'incendis

Alguns túnels disposen d'un cable de detecció lineal d'incendis, el qual està configurat en diferents zones de detecció.

La informació de camp es processa a una unitat avaluadora d'incendis i s'activa una alarma quan es produeix un valor anòmal en una zona concreta, d'acord amb 5 criteris independents de detecció d'alarma:

- Llindar de temperatura
- Gradient temperatura
- Gradient termovelocimètric
- Excés o defecte front a la temperatura mitja
- Ruptura de fibra

El sistema de detecció lineal ha de poder comunicar-se amb el PLC o sistema SCADA mitjançant un protocol de comunicació estàndard. Per tant, la central avaluadora ha de comptar amb un port de connexió o disposar d'un gateway per a la seva integració amb el PLC o plataforma de control.

Les variables definides són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 - Manteniment			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
22.- Reset Alarmes			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Avaria de la central d'avaluació			
.03 - Fallida comunicació			
Interlock Word	I	A	
Incendi Zona (1-16)	I	A	
Incendi Zona (17-32)	I	A	
Incendi Zona (xx-yy)	I	A	
Trencament Fibra zona (1-16)	I	A	
Trencament Fibra zona (17-32)	I	A	
Trencament Fibra zona (xx-yy)	I	A	
Temperatura màxima zona 1	I	A	
Temperatura màxima zona 2	I	A	
Temperatura màxima zona n	I	A	
Temperatura mitja zona 1	I	A	
Temperatura mitja zona 2	I	A	
Temperatura mitja zona 3	I	A	

És molt important documentar correctament les zones creades en el sistema de detecció lineal per tal que la representació a l'SCADA sigui exactament la mateixa i no hi hagi cap incongruència.

7.6.2.1.2 Centraletes de detecció d'incendis:

Les centraletes de detecció d'incendis estan situades habitualment als locals tècnics. Consten d'una sèrie d'elements accessoris com per exemple:

- Detectores de CO
- Detectores òptics
- Detectores termovelocimètrics
- Polsadors d'alarma
- Sirenes

La centraleta processa la informació de camp i s'activa una alarma quan els detectors indiquen que es produeix un valor anòmal en una zona concreta o s'activa un dels polsadors d'alarma. En aquest cas s'activa la sirena associada a la zona en que s'ha generat l'alarma.

L'alarma generada per la centraleta d'incendis ha de ser llegida pel PLC per notificar a l'SCADA. Per tant, la centraleta d'incendis ha de comptar amb un mòdul d'integració per llegir aquestes alarmes, ja sigui mitjançant un protocol de comunicació estàndard o mitjançant sortides digitals del dispositiu.

Les variables definides són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3 - Posar en Manteniment			
4 - Treure Manteniment			
9.- Reset alarmes ("Rearme")			
Status Word	I	A	
.00 - Estat			
.01 - Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Avaria de la centraleta			
.03 – Incendi en local tècnic			
.02 - Avaria accessori 1			
.03 - Avaria accessori 2			
.04 - Avaria accessori n			
Interlock Word	I	A	

7.6.2.2 Elements d'extinció incendis

En funció del tipus de túnel, es pot disposar de diferents elements d'extinció repartits pel llarg del túnel i accessos. Aquests elements són:

☐ N boques d'incendi equipades (BIEs). L'abastiment és un circuit tancat d'aigua a pressió des de l'arqueta de companyia fins cada un dels equips de mànega.

- N extintor portàtil polivalent de pols ABC de 6 dm³, proveït de pistola per a la projecció de l'agent extintor.
- N hidrants. L'abastiment és un circuit tancat d'aigua a pressió des de l'arqueta de companyia fins cada un dels hidrants.

7.6.3 Funcionament

7.6.3.1 Funcionament dels sistemes de detecció d'incendis

7.6.3.1.1 Funcionament de la detecció lineal d'incendis

La detecció de l'incendi es produeix a la centraleta d'avaluació d'incendis. En aquesta centraleta es defineixen les diferents zones en les que es divideix el túnel i per a cada una de les zones es defineixen els diferents tipus d'alarmes (termovelocimètrica, termostàtica, diferència de temperatura d'un punt sobre la temperatura de zona). Quan la centraleta d'avaluació d'incendis genera una alarma aquesta ha de ser notificada al sistema de Telecontrol per a que l'operador validi que realment hi ha un incendi i pugui procedir a executar el pla adequat a l'incident.

Per tant, el sistema de detecció lineal notifica a l'operador de l'existència d'un incendi en una zona en concret, ruptura de la fibra, avaria de la centraleta, etc.

El sistema de detecció lineal d'incendis ha de permetre que el sistema de Telecontrol sàpiga en quina zona s'ha generat l'incendi. Aquesta integració ha de ser a través del PLC. La centraleta avaluadora ha de comunicar amb el PLC mitjançant un protocol estàndard (modbus, profibus, etc.) o mitjançant sortides digitals del dispositiu.

7.6.3.1.2 Funcionament de les centraletes de detecció d'incendis

Quan algun dels accessoris/sensors detecti una anomalia la centraleta de detecció d'incendis generarà una alarma. Quan la centraleta d'avaluació d'incendis genera una alarma aquesta ha de ser notificada al sistema de Telecontrol per a que l'operador validi que realment hi ha un incendi i pugui realitzar les accions oportunes.

La centraleta de detecció d'incendis ha de permetre que el sistema de Telecontrol sàpiga en quina zona s'ha generat l'incendi. Aquesta integració ha de ser a través del PLC. La centraleta de detecció ha de comunicar amb el PLC mitjançant un protocol estàndard (modbus, profibus, etc.) o mitjançant sortides digitals del dispositiu.

7.6.3.2 Funcionament dels sistemes d'extinció d'incendis

En principi són elements que no s'han de telecontrolar. En alguns casos, aquests elements disposen de sensors que detecten que la porta s'ha obert d'un BIE per exemple, en aquests casos s'ha de monitoritzar l'estat d'aquest sensor per saber que algú està utilitzant aquest element i per tant, mostrar la informació en el Telecontrol.

7.6.4 Integració amb la plataforma

El sistema de detecció lineal d'incendis ha de permetre que el sistema de Telecontrol sàpiga a quina zona s'ha generat l'incendi. Aquesta integració ha de ser a través del PLC. La comunicació entre el PLC i les centraletes contraincendis es podrà fer:

- Mitjançant protocols estàndard, a poder ser Modbus TCP o OPC. Per a fer-ho s'ha de contemplar l'utilització d'una passarel·la/gateway que faci de traductor de protocols.
- Cas que no sigui possible fer-ho per protocols, es contempla fer-ho a través de mòduls d'entrades i sortides del PLC del túnel.

7.7 Trànsit

7.7.1 Descripció Funcional

El vector “trànsit” comprèn tant aquells equips corresponents al control d'accessos del túnel com tot aquells equips destinats a la senyalització del trànsit. En ambdós casos, aquests elements estan destinats a indicar als automobilistes l'estat dels túnels i circulació així com altres avisos de perill.

7.7.2 Elements

Els elements que formen part del vector de trànsit són:

- Semàfors
- Sirena i rotatiu lluminós
- Barreres
- Aspes - Fletxes
- Panells de missatge variable
- Senyal control límit de velocitat
- Balises de tancament
- Controlador d'abalisament lateral
- Sistema d'aforament de trànsit
- Control de gàlib

7.7.2.1 Semàfors

Aquests elements són, per la seva tipologia:

- Semàfors de dos cossos (AA) : Seran de dos cossos color ambre amb possibilitat de ser ambre intermitent o fix.
- Semàfors de dos cossos (RA) : Seran de dos cossos, un vermell i un ambre, amb possibilitat d'activar-lo en vermell o ambre fix.
- Semàfors de tres cossos (RAA): Seran de tres cossos, un vermell i dos ambre; existirà la possibilitat d'activar-lo en vermell, ambre fix o ambre intermitent.
- Semàfors de tres cossos (RAV): Seran de tres cossos, un vermell, un ambre i altre verd, existirà la possibilitat d'activar-lo en vermell, ambre intermitent o verd.
- Semàfors d'un cos (A): Seran semàfor d'un sol cos ambre amb possibilitat de ser fixos o ambre intermitent.

Per la seva ubicació i funcionalitat, poden estar classificats com:

- Semàfors de barrera: són aquells situats al costat de les barreres de tancament i vinculats al seu funcionament.
- Semàfors de boca: són aquells situats tot just a la boca d'entrada del túnel.
- Semàfors de precaució: situats, principalment, a l'interior dels túnels i amb possibilitat d'activació en ambre.

Associats a aquests, estan els armaris de control semafòric (ECS), amb l'equipament necessari per transmetre les ordres i rebre els senyals entre els semàfors i el PLC del Túnel.

Els senyals associats als elements pertanyents al sistema de senyalització són:

- **Semàfors R/A/A**, (ubicats a les boques d'entrada).
El seu estat normal és estar apagats.

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.- Fora de servei			
2.- Disponible			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure Manteniment			
5.- Automàtic			
6.- Manual			
8.- Encès ambre fix			
9.- Encès ambre intermitent			
10.- Encès vermell amb 3 segons d'ambre fix			
11.- Apagat			
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 - Manteniment			
.02 - 1:Remot / 0:Local			
.03 - 1:Automàtic / 0:Manual			
.07 - Encès ambre fix			
.08 - Encès ambre intermitent			
.09 - Encès vermell			
.10 - Apagat			
Alarm Word	I	A	
Interlock Word	I	A	

- **Semàfors R/A** (ubicats a les barreres d'accés).
El seu estat normal és estar apagats.

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.- Fora de servei			
2.- Disponible			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure Manteniment			
5.- Automàtic			
6.- Manual			
7.-			
8.-			
10.- Encès vermell amb 3 segons d'ambre fix			
11.- Apagat			
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 - Manteniment			
.02 - 1:Remot / 0:Local			
.03 - 1:Automàtic / 0:Manual			
.09 - Encès vermell			
.10 - Apagat			
Alarm Word	I	A	
Interlock Word	I	A	

- **Semàfors A/A o semàfors A.**
El seu estat normal és apagat.

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.- Fora de servei			
2.- Disponible			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure Manteniment			
5.- Automàtic			
6.- Manual			
8.- Encès ambre fix			
9.- Encès ambre intermitent			
11.- Apagat			
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 - Manteniment			
.02 - 1:Remot / 0:Local			
.03 - 1:Automàtic / 0:Manual			
.07 - Encès ambre fix			
.08 - Encès ambre intermitent			
.10 - Apagat			
Alarm Word	I	A	
Interlock Word	I	A	

- **Semàfors R/A/V**, (ubicats a les boques d'entrada).

El seu estat normal és estar apagats

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			

1.- Fora de servei
2.- Disponible
3.- Posar en Manteniment
4.- Treure Manteniment
5.- Automàtic
6.- Manual
7.- Encès verd
8.- Encès ambre fix
9.- Encès ambre intermitent
10.- Encès vermell amb 3 segons d'ambre fix
11.- Apagat

Status Word	I	A
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible		
.01 - Manteniment		
.02 - 1:Remot / 0:Local		
.03 - 1:Automàtic / 0:Manual		
.06 - Encès verd		
.07 - Encès ambre fix		
.08 - Encès ambre intermitent		
.09 - Encès vermell		
.10 - Apagat		

Alarm Word	I	A
-------------------	---	---

Interlock Word	I	A
-----------------------	---	---

7.7.2.2 Sirena i rotatiu lluminós

Sirena, element associat als semàfors de barreres d'accés al túnels. Els senyals definits per aquest element són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.- Fora de servei			
2.- Disponible			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure Manteniment			
7.- Activar			
11.- Desactivar			
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 - Manteniment			
.02 - 1:Remot / 0:Local			
.04 - 1:Actiu / 0:No actiu			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Protecció Tèrmic			
Interlock Word	I	A	
Temporització	O	A	

Rotatiu Iluminós, element associat als semàfors de barreres d'accés al túnels. Els senyals definits per aquest element són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.- Fora de servei			
2.- Disponible			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure Manteniment			
7.- Activar			
11.- Desactivar			
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible .01 - Manteniment .02 - 1:Remot / 0:Local .04 - 1:Actiu / 0:No actiu			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Protecció Tèrmic			
Interlock Word	I	A	

7.7.2.3 Barreres

Barreres, amb activació/desactivació solidaria del conjunt de barrera posteriorment a la activació del seu semàfor R/A associat i la seva sirena.

Els senyals associats a les barreres són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.- Fora de servei			
2.- Disponible			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure Manteniment			
7.- Obrir Barrera			
11.- Tancar Barrera			
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 - Manteniment			
.06 - Barrera oberta			
.07 - Barrera tancada			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Protecció Tèrmic			
.03 - Fallo comunicació amb centraleta barrera			
.04 - Fallida discordança (Oberta i tancada al mateix moment)			
Interlock Word	I	A	
Temps baixada barrera (Desde l'ordre de tancar fins que comença a baixar)	O	A	
Velocitat baixada/pujada barrera	O	A	

7.7.2.4 Aspes - Fletxes

Es disposa de panells aspes-fletxes a les entrades i repartides per l'interior del túnel. Aquest sistema permet tancaments totals, talls de carril, i talls per zones. Es pot comandar manualment o segons els diferents plans associats al túnel.

Les funcionalitats associades a aquest tipus de panell són:

Variable	Estats/Accions
Command Word	Acció
0.- No ordre (la posa el PLC)	
1.- Fora de servei	
2.- Disponible	
3.- Posar en Manteniment	
4.- Treure Manteniment	
5.- Automàtic	
6.- Manual	
7.- Fletxa	
8.- Fletxa dreta	
9.- Fletxa esquerra	
10.- Aspa	
11.- Apagat	
Status Word	Estat
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible	
.01 - Manteniment	
.02 - 1:Remot / 0:Local	
.03 - 1:Automàtic / 0:Manual	
.06 - Fletxa	
.07 - Fletxa dreta	
.08 - Fletxa esquerra	
.09 - Aspa	
.10 - Apagat	
Alarm Word	Estat
.00 - Alarma general	
.01 - Protecció Tèrmic	
.04 - Fallida discordança	
.03 - Fallida de comunicacions	
Interlock Word	I

7.7.2.5 Panells de missatge variable

El túnel disposa de panells informatius amb activació de missatges fixos, intermitents o alternants. Aquests missatges i iconografia podran estar preestablerts o es podran escriure de manera manual a un quadre de diàleg del sistema de gestió.

Segons les seves característiques es pot disposar de diferent tipus de panell:

- Panells alfanumèrics d'una línia: només admeten missatges de text.
- Panells alfanumèrics exteriors de 3 línies: admeten missatges de text i iconografia
- Panells d'accés tancat: admeten missatges de text i iconografia, només d'un llistat predefinit

Les funcionalitats associades a aquest tipus de panell són:

7.7.2.6 Senyal control límit de velocitat

El túnel pot disposar de panells de senyalització de control de velocitat. En funció de la seva tipologia:

▣ Panells de velocitat fixa: es controlarà el seu encès i apagat. Les senyales associades a aquest element són:

Variable	Estats/Accions
Command Word	Acció
0.- No ordre (la posa el PLC)	
4.- Enviar missatge	
6.- Apagar	
10.- Disponible	
Status Word	Estat
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible	
.04 - Missatge enviat	
.06 - Apagat	
Alarm Word	Estat
.00 - Alarma general	
.03 - Fallida de comunicacions	
.04 - Fallida discordança	
Missatge	Variable
Icona	Variable
Intermitència	Estat
Alternança missatge	Estat

7.7.2.7 Balises de tancament

Es disposa d'abalisament lluminós amb activació/desactivació de les balises associades a cada controlador i selecció de la intensitat de llum. La seva funció és la de senyalitzar el desviament en cas de tancament del túnel.

Els senyals associats al balisament són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.- Fora de servei			
2.- Disponible			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure Manteniment			
7.- Encendre			
11.- Apagar			
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 - Manteniment			
.06 - Encès			
.07 - Apagat			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Protecció Tèrmic			
.03 - Fallo comunicació			
.04 - Fallida discordança			
SP intensitat lumínica	O	A	
PV intensitat lumínica	I	A	
Interlock Word	I	A	

7.7.2.8 Controlador d'abalisament lumínic

Es pot disposar d'un sistema abalisament lluminós tipus LED situat als laterals del túnel. La missió d'aquest abalisament lluminós és:

- Senyalitzar la distància de seguretat entre vehicles.
- Ser un referent lluminós dels límits geomètrics del túnel (en situació normal).
- Servir de guia d'emergència en cas de fallida de l'enllumenat principal.

Aquest abalisament lluminós sempre ha d'estar actiu, per tant, no s'ha de controlar. Sí que s'ha de conèixer l'estat del seu interruptor associat per saber si està parat i generar una alarma en aquest cas.

Els senyals associats al balisament són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
.04 – Estat interruptor associat			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3 – Posar en Manteniment			
4 – Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
Interlock Word	I	A	

7.7.2.9 Sistema d'aforament de trànsit

En funció de la tipologia dels túnels, s'ha de disposar d'aforaments pel comptatge de vehicles.

Agafar totes les dades que proporciona el ETD, com per exemple:

- N° de vehicles dintre del túnel
- N° de vehicles pesats
- N° de vehicles lleugers
- N° de vehicles en les diferents zones del túnel
- N° de vehicles que han entrat en un dia al túnel per carril
- N° de vehicles que han sortit del túnel per les diferents sortides
- Error del sistema d'aforament de dades

Les alarmes variaran en funció del sistema utilitzat, algunes d'aquestes alarmes podrien ser:

- Fallida lectura de l'espira.
- Fallida del sistema d'aforament de dades

7.7.2.10 Control de Gàlib

El túnel ha de disposar d'un sistema de detecció d'excés de gàlib òptic, amb panell amb senyal oculta d'indicació d'excés i indicant desviament.

Els senyals associats al abalisament són:

7.7.3 Funcionament

7.7.3.1 Semàfors

L'activació dels semàfors únicament es produirà per part de l'operador, individualment i de manera manual, o mitjançant pla específic o pla d'incendi.

7.7.3.2 Barreres

Les barreres únicament es podran operar de manera manual o mitjançant pla específic o d'incendi. S'ha de poder operar la barrera de cada costat de manera independent a l'altra.

L'activació d'aquestes comporta una seqüència d'actuacions prèvia al descens del pal de la barrera:

1. Activació: semàfor de barrera i de sirena + rotatiu associats a ell.

- Ha d'haver un temps configurable pel temps de l'activació de la sirena
- Ha d'haver un temps configurable que activi la baixada de la barrera

2. Baixada de la barra

Per realitzar la pujada de la barrera l'operari del sistema de control únicament podrà realitzar-lo de manera manual i es donarà la següent seqüència:

1. Pujada de la barra
2. Desactivació rotatiu + desactivació del semàfor de barrera

Si quan s'està baixant la barrera l'espira electromagnètica detecta un vehicle ha de tornar a pujar la barrera per evitar l'accident i posteriorment tancar.

Si hi ha vehicle sobre de l'espira electromagnètica tampoc es pot baixar la barrera doncs podria col·lisionar amb el vehicle.

7.7.3.3 Aspes – Fletxes

Els panells aspes - fletxes únicament es podran operar de manera manual o mitjançant pla específic o d'incendi.

L'operador podrà seleccionar des del sistema de control cadascuna de les aspa – fletxes disponibles i activar-la.

El sistema de control representarà de manera gràfica el format de l'aspa - fletxa amb el pictograma actius.

7.7.3.4 Panells de missatge variable

Els panells de missatge variable únicament es podran operar de manera manual o mitjançant pla específic o d'incendi.

L'operador podrà seleccionar des del sistema de control els diferents missatges preestablerts a un llistat, al igual que, en funció del tipus de panell, podrà seleccionar pictogrames preestablerts. Així mateix, es podran escriure de manera manual a un quadre de diàleg del sistema de gestió.

Tanmateix, s'han de poder configurar alternances de missatges i intermitències de missatge i de pictograma.

El sistema de control representarà de manera gràfica la forma del PMV amb el missatge i pictograma actiu.

7.7.3.5 Senyal control límit de velocitat

Els panells de control límit de velocitat únicament es podran operar de manera manual o mitjançant pla específic.

L'operador podrà seleccionar des del sistema de control cadascuna de les CLV disponibles i activar-la.

El sistema de control representarà de manera gràfica el format del CLV amb el pictograma actiu.

7.7.3.6 Balises de tancament

Els controladors d'abalisament lumínic únicament es podran operar de manera manual o mitjançant pla específic o d'incendi.

L'operador podrà seleccionar des de el sistema de control l'activació o desactivació dels diferents sistemes de abalisament, inclòs la selecció de la seva intensitat lumínica.

El sistema de control representarà de manera gràfica la implantació de l'abalisament al túnel així com la seva intensitat lumínica o possibles estats de il·luminació.

7.7.3.7 Controlador d'abalisament lumínic

Conèixer si en algun moment ha saltat la protecció per avisar a l'operador que no està en funcionament.

7.7.3.8 Aforaments

Recollir tota la informació possible del sistema implantat en el túnel per a utilitzar aquesta informació per altres vectors com ventilació o il·luminació i també poder realitzar informes i/o estudis de trànsit.

7.7.3.9 Control de Gàlib

Cas que es produeixi la detecció d'un vehicle que excedeix la limitació de gàlib establerta, el control de gàlib generarà una alarma de manera automàtica.

Aquesta alarma haurà de desencadenar de manera automàtica l'encesa del panell informatiu del desviament.

L'apagat del panell es realitzarà de forma automàtica mitjançant una temporització. Aquesta temporització és configurable.

7.7.4 Integració amb la plataforma

La integració amb la plataforma dels elements que formen part del vector de trànsit es realitzarà d'una forma o una altre en funció de la seva tipologia.

Els elements:

- Semàfors
- Sirena i rotatiu lluminós
- Barreres
- Balises de tancament
- Controlador d'abalisament lumínic
- Control de Gàlib

S'integraran amb la plataforma de telecontrol mitjançant el PLC que hi ha al túnel.

Per altra banda, els panells informatius com:

- Panells de missatge variable
- Aspes - Fletxes
- Control límit de velocitat

S'integraran mitjançant el protocol DGT.

7.8 Plans

7.8.1 Descripció Funcional

Un pla és un conjunt d'accions que es realitzen de forma seqüencial per facilitar l'operativa diària de l'operador davant de tasques habituals o davant situacions d'emergència.

Dintre dels plans podem agrupar-los en 2 grups:

- Habituals: Operacions habituals en la gestió del túnel, com per exemple: tancar un carril, tancar el túnel, etc..
- Emergència: Situacions de perill o anòmales en el túnel, com per exemple: accident, incendi, etc.

Des dels plans es podrà interactuar amb els elements dels vectors:

- Ventilació
- Il·luminació
- Trànsit

7.8.2 Elements

Hi ha la possibilitat de generar i mantenir fins a 200 plans per túnel:

- 100 plans de fins a 23 operacions
- 75 plans de fins a 98 operacions
- 25 plans de fins a 248 operacions

Cada operació permetrà codificar l'execució d'una ordre a un equip, el canvi d'un paràmetre o bé l'execució d'una de les operacions genèriques disponibles:

- Espera X segons

En generar un pla s'indiquen:

- Una sèrie de dades de capçalera que caracteritzen el pla.
- La seqüència concreta d'accions que inclou el pla.
- Les condicions per a que l'execució d'aquest pla es suggereixi a l'operador.

L'estructura de la capçalera dels diferents tipus d'un pla serà la mateixa independentment de la seva mida. A continuació s'exposa el conjunt de variables que conformen la capçalera d'un pla:

7.8.2.1 Configuració de plans

La configuració dels plans es dur a terme al SCADA enviant tota la informació al PLC. Aquesta informació és romanent i per pèrdua de tensió aquestes dades no es perdrien.

La capçalera per a la informació corresponent a la configuració de plans:

El nombre de plans es divideixen en tres rangs diferents:

- Plans de fins a 23 operacions (ID de pla del 1 al 100)
- Plans de fins a 98 operacions (ID de pla del 101 al 175)
- Plans de fins a 248 operacions (ID de pla del 176 al 200)

Es reserven 496 variables pel traspàs d'informació des del SCADA al PLC i així, automàticament emmagatzemar la configuració editada per l'operador.

Per a enviar la informació correctament s'utilitzen dues variables per a configurar correctament cada Pas:

- ID Pas
- CMD/VALOR

Pla X	ID Pas 1
	CMD Pas 1
	ID Pas 2
	CMD Pas 2
	ID Pas 3
	CMD Pas 3
	ID Pas 4
	CMD Pas 4
	ID Pas 5
	CMD Pas 5
	ID Pas 6
	CMD Pas 6 
	ID Pas 7
	CMD Pas 7
	ID Pas 8
	CMD Pas 8
	ID Pas X
	CMD Pas X
	ID Pas 248
	CMD Pas 248

7.8.2.1.1 ID Pas

El valor analògic enviat al PLC a la variable es divideix en dos rangs:

- Rang de l'1 al 10

Si a la variable d'ID es rep un 1, el pas passa a ser configurat com a pas de retard (delay).

- Rang $\geq$ d'11

Si a la variable ID es rep un valor major o igual a 11, el pas passa a ser configurat per enviar una ordre a un equip. S'introdueix la direcció MODBUS equivalent a l'ordre / modificació corresponent a un equip.

7.8.2.1.2 CMD/Valor

Si el pas es troba configurat per ser una Pas de retard, a la variable CMD s'ha d'introduir el valor en segons per portar a terme aquest retard.

Si el pas es troba configurat per enviar una ordre a un equip s'ha d'introduir l'ordre corresponent a aquest tipus d'objecte, setpoint, Hora d'inici/fi d'activació, etc.

7.8.2.2 Execució de plans Execució de plans

L'execució dels plans es porta a terme de forma seqüencial al PLC.

La capçalera per a la informació corresponent a l'execució de plans:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.02 - 1:Automàtic / 0:Manual			
.03 - Pla en execució			
.04 - Acabat			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
5. - Iniciar el pla (Executar el pla)			
6. - Iniciar el pla pas a pas			
7. - Següent pas			
22. - Abortar el pla (Cancel·lar el pla)			
Alarm Word	I	A	
.00 – Pla no executat			
.01 -			

.02 -		
Interlock Word	I	A
Nombre de pla en execució	I	A
Pas en execució (1-16)	I	A
Pas en execució (17-32)	I	A
Pas en execució (33-48)	I	A
Pas en execució (49-64)	I	A
Pas en execució (65-80)	I	A
Pas en execució (81-96)	I	A
Pas en execució (97-112)	I	A
Pas en execució (113-128)	I	A
Pas en execució (129-144)	I	A
Pas en execució (145-160)	I	A
Pas en execució (161-176)	I	A
Pas en execució (177-192)	I	A
Pas en execució (193-208)	I	A
Pas en execució (209-224)	I	A
Pas en execució (225-240)	I	A
Pas en execució (241-248)	I	A
Reserva		A
Reserva		A
Reserva		A
Reserva		A
Reserva		A

Cada variable informativa de pas executat disposa de 16 estats de passos (del bit 0 al bit 16).

7.8.3 Funcionament

Des del sistema de telecontrol s'han de poder crear els plans amb un entorn amigable i intuïtiu per a l'operador. En funció del rol de l'operador no es tindrà accés a tots els vectors del túnel, només les persones autoritzades podran crear plans amb els vectors crítics.

Per altra banda, la plataforma de telecontrol també ha de proposar plans a l'operador quan es presentin les condicions necessàries per executar-lo. Per exemple, davant d'un incendi el sistema ha de proposar els plans que tenen relació amb aquest incident per a facilitar l'operació i velocitat en la resolució d'incidències.

Si bé el sistema proposarà els plans en un moment donat per a que es puguin executar, la responsabilitat última d'iniciar l'execució d'un pla és de l'operador.

Quan es generen les alarmes l'alarma es presenta a l'operador amb la imatge associada a la incidència, un cop l'operador valida que és real aquesta alarma i no es tracta d'una falsa alarma se li presenten els possibles plans que poden aplicar per a solucionar aquest problema.

Detecció -> Comprovació -> Avís/Actuació

El sistema generarà una nova versió d'un pla si un usuari amb suficients privilegis realitza modificacions. Aquest pla abans de poder executar-se ha de ser validat.

Qualsevol execució d'un pla implicarà el registre a l'històric de plans:

- Data i hora d'inici del pla
- Data i hora fi del pla
- Usuari que l'executa

7.8.4 Integració amb la plataforma

Els plans es configuraran des d'una pantalla integrada dins del SCADA. Els plans es registraran a una base de dades específica.

Una vegada els plans han estat generats des de l'entorn SCADA aquest poden ser descarregats al PLC per estar a punt de ser executats.

El sistema periòdicament s'encarregarà de comprovar i sincronitzar els plans existents al PLC amb els que segons la base de dades han d'existir. En cas de disconformitat s'emetrà un avís a l'usuari. Aquesta comprovació té com a objectiu assegurar la disponibilitat de la versió descarregada dels plans per si algú modifica la programació del PLC.

Igualment tota la gestió històrica d'execució de plans es registrarà en una altra base de dades diferent de la de definició ja que aquesta podrà ser purgada i no es vol que un creixement de les dades de la mateixa afecti a la base de dades de definició.

7.9 Meteorologia

7.9.1 Descripció Funcional

El vector dades meteorològiques té com a finalitat donar informació de les condicions ambientals a les boques del túnel als altres vectors.

7.9.2 Elements

Aquesta instal·lació compta amb una estació meteorològica la qual ha de tenir aquest mínim de variables:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word			
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure Manteniment			
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 - Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.02 - Avaria de l'equip			
Interlock Word	I	A	
Velocitat de l'aire (Km/h)	I	A	
Direcció de l'aire	I	A	
Temperatura (°C)	I	A	
Pressió (bars)	I	A	
Volum de pluja (mm)	I	A	

7.9.3 Funcionament

Informar a la plataforma de telecontrol del túnels de les condicions meteorològiques a ambdues boques del túnel.

7.9.4 Integració amb la plataforma

L'estació meteorològica, ha d'instal·lar-se a les boques de cada túnel. Ha de permetre la lectura de les seves dades mitjançant protocols estàndards com: Modbus, OPC, etc.

Els PLCs comunicaran directament amb l'estació meteorològica i proporcionaran el valors de les diferents variables a la plataforma per a que qualsevol vector pugui utilitzar aquesta informació.

7.10 Drenatge

7.10.1 Descripció Funcional

El sistema de drenatge comprèn tots aquells equips i estacions destinats a l'evacuació d'aigua de la infraestructura en cas de pluja.

7.10.2 Elements

Els elements que formen part del sistema de drenatge són:

- Bombes
- Bombes amb variador de freqüència
- Cabalímetres
- Boies de nivell
- Sondes de nivell

7.10.2.1 Bombes

Els senyals definits són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
1.- Fora de servei			
2.- Disponible			
3.- Posar en Manteniment			
4.- Treure de Manteniment			
5.- Automàtic			
6.- Manual			
7.- Marxa			
9.- Ordre de parada			
20.- Reset hores totals			
21.- Reset hores últim manteniment			
22.- Reset alarmes ("Rearme")			
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 - Manteniment			
.02 - 1:Remot / 0:Local			
.03 - 1:Automàtic / 0:Manual			
.04 - 1:Marxa / 0:Parada			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Protecció Tèrmic			
.02 - Humitat motor			
.03 - Excés temperatura motor			
.04 - Fallida discordança			
.05 - Diferencial			
.06 - Relé Tèrmic			
.07 - Parada per enclavament			
Interlock Word	I	A	
Hores funcionament total	I	A	
Hores funcionament desde últim manteniment	I	A	

7.10.2.2 Bombes amb variador de freqüència

Els senyals definits són:

Les senyals definides son:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC) 1.- Fora de servei 2.- Disponible 3.- Posar en Manteniment 4.- Treure de Manteniment 5.- Automàtic 6.- Manual 7.- Marxa 9.- Ordre de parada 20.- Reset hores totals 21.- Reset hores últim manteniment 22.- Reset alarmes ("Rearme")			
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible .01 - Manteniment .02 - 1:Remot / 0:Local .03 - 1:Automàtic / 0:Manual .04 - 1:Marxa / 0:Parada .05 - 1:Directe (Sentit transit) / 0:Invers .06 - Arrencant .07 - Aturant			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general .01 - Protecció PT bobinats o variador/arrencador .02 - Parada vibracions motor .03 - Excés temperatura motor .04 - Fallida discordança (no arrancada en un determinat temps) .05 - Diferencial .06 - Magnetotèrmic .07 - Relé Tèrmic			

.08 - Parada per enclavament		
.09 - Hi		
.10 - HiHi		
Interlock Word	I	A
SP (Consigna % velocitat de gir)	O	A
PV (% velocitat de gir)	I	A
Hores funcionament total	I	A
Hores funcionament desde últim manteniment	I	A
Tensió sortida variador de freqüència	I	A
Intensitat sortida variador de freqüència	I	A
Vibracions motor	I	A
Temperatura del motor	I	A
SP Hi alarma vibracions excessives	O	A
SP HiHi alarma vibracions excessives	O	A

7.10.2.3 Cabalímetres

Els senyals definits són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
Command Word	O	A	
0 - No ordre (la posa el PLC)			
3 - Posar en Manteniment			
4 - Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			

.02 - Avaria de l'equip			
.03 - Fora de rang			
.09 - Hi			
.10 - HiHi			
Interlock Word	I	A	
PV (Mesura analògica)	I	A	
Rang inferior (l/m)	O	A	
Rang superior (l/m)	O	A	
SP Hi alarma del cabalímetre (l/m)	O	A	
SP HiHi alarma de cabalímetre (l/m)	O	A	

7.10.2.4 Boies de nivell

Els senyals definits són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
.04 - 1:Actiu / 0:No actiu			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3 – Posar en Manteniment			
4 – Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
Interlock Word	I	A	

7.10.2.5 Sondes de nivell

Els senyals definits són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
Command Word	O	A	
0 - No ordre (la posa el PLC)			
3 - Posar en Manteniment			
4 - Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.02 - Avaria de l'equip			
.03 - Fora de rang			
.09 - Hi			
.10 - HiHi			
Interlock Word	I	A	
PV (Mesura analògica)	I	A	
Rang inferior (m)	O	A	
Rang superior (m)	O	A	
SP Hi alarma de nivell (m)	O	A	
SP HiHi alarma de nivell (m)	O	A	

7.10.3 Funcionament

En situació normal aquestes estacions, principalment pous de bombament, funcionen de manera automàtica a partir de boies que permeten conèixer la presència d'aigua en el corresponent dipòsit, així com donen ordres d'arrancada/aturada a les bombes per a l'evacuació de l'aigua.

Serà necessari que aquestes estacions es puguin activar també remotament de manera manual, sempre que el dipòsit tingui aigua suficient per a que les bombes puguin funcionar, ja que no poden operar en buit. Ha d'existir una relació de bloqueig a l'arrancada si el dipòsit no té aigua (a través de boia de nivell mínim). També han de disposar d'alarma de nivell (a través d'una boia de nivell màxim).

S'haurà de poder conèixer en tot moment l'estat de les bombes, l'estat de les diferents boies, i si l'estat de l'alimentació elèctrica i operativitat dels diferents equips.

Tanmateix, a través del SCADA s'ha de poder accionar de manera manual el funcionament de les diferents bombes.

7.10.4 Integració amb la plataforma

El control en temps real de tots aquests elements es realitza amb un sistema de control, situat en el propi túnel, format per dos PLCs redundants.

La connexió física es realitza a través de mòduls d'entrada i sortida. Aquests mòduls poden estar situats al mateix armari de control que els PLCs, o distribuïts pel propi túnel, sempre que el cablejat físic entre el PLC i aquest mòdul sigui Ethernet (Coure, o Fibra Òptica).

La integració amb la Plataforma de Telecontrol serà utilitzant el protocol Modbus TCP, amb una comunicació directa entre els PLCs i la pròpia Plataforma.

7.11 Intrusisme

7.11.1 Descripció Funcional

El vector d'intrusisme o evacuació té com a finalitat informar i gestionar l'accés als diferents locals, sales tècniques o nínxols. Es pretén conèixer en tot moment si hi ha persones en el seu interior, conèixer si les portes d'evacuació han estat obertes o no, etc..

7.11.2 Elements

Els elements que formen part del sistema són:

- Sistema de control d'accés del tipus targeta unipersonal
- Detector estat porta (oberta/tancada)
- Detectores de presència
- Càmeres IP

7.11.2.1 Sistema de control d'accés del tipus targeta unipersonal

Aquest element es trobarà a l'accés de la sala tècnica. Són sistemes gestionats per software propietari del fabricant als quals permetran l'accés a les sales o punts on existeixin lectors de targeta i que a la vegada es podran activar de manera remota. El sistema de gestió del fabricant caldrà integrar-lo dintre del sistema de control.

Aquest sistema està format per un lector de targetes i una tanca electromecànica.

7.11.2.2 Detector estat porta

Aquest element es trobarà a les portes d'emergència, a les portes d'accés a les sales tècniques i trampetes o portes d'accés a passadissos tècnics.

Els senyals definits són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
.04 - 1:Oberta / 0:Tancada			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3 – Posar en Manteniment			
4 – Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
Interlock Word	I	A	

7.11.2.3 Detectors de presència

Aquest element es troba dins de les sales tècniques per conèixer en tot moment si hi ha alguna persona al seu interior.

Els senyals definits són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
.04 - 1:Presencia / 0:No presencia			
Command Word	O	A	
0.- No ordre (la posa el PLC)			
3 – Posar en Manteniment			
4 – Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
Interlock Word	I	A	

7.11.2.4 Càmeres IP

Aquest element es troba dins de les sales tècniques per conèixer en tot moment si hi ha alguna persona al seu interior o si hi ha algun incident, poder observar què està succeint en tot moment.

7.11.3 Funcionament

L'operador ha de tenir visibilitat de l'estat de totes les portes, si alguna de les portes s'obre, si no estava contemplat pel gestió d'accessos, ha de generar l'alarma.

En el cas de les portes d'emergència la senyal únicament serà informativa i en tots els casos generarà alarma.

L'operador podrà de manera remota obrir portes que estiguin gestionades mitjançant tanques electròniques.

Al sistema de Telecontrol ha de quedar constància de les següents situacions:

- Accés a la porta X per la persona Y i a la data i hora H.
- Sortida de la porta X per la persona Y i a la data i hora H.
- Enregistrar l'alarma d'obertura de la porta d'emergència.

7.11.4 Integració amb la plataforma /*

A definir segons criteris de l'Ajuntament de Barcelona.

7.12 Telecomunicacions /*

A definir segons criteris de l'Ajuntament de Barcelona.

7.13 Climatització Sales Tècniques

7.13.1 Descripció Funcional

La finalitat del sistema de climatització de les sales tècniques és mantenir la sala a una temperatura de treball adequat pels dispositius hardware que es troben ubicats allà dins com servidors, sistemes de vídeo, PLCs, etc.

La finalitat d'aquest vector és monitoritzar l'estat de funcionament de l'aparell de climatització i la temperatura de la sala. No es vol realitzar un control remot sobre els sistemes.

7.13.2 Elements

Els elements que formen part del vector climatització sales tècniques al Túnel de Camèlies són:

- Aparell de climatització
- Sonda de temperatura

7.13.2.1 Aparell de climatització

Els senyals definits són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.00 - 1:Fora de servei / 0:Disponible			
.01 - Manteniment			
.04 - 1:Funcionant / 0:Apagat			
Command Word	O	A	
0. - No ordre (la posa el PLC)			
3. - Posar en Manteniment			
4. - Treure Manteniment			
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.01 - Protecció Tèrmic			
.04 - Fallida discordança			
.05 - Diferencial			
.06 -			
.08 - Parada per enclavament			
Interlock Word	I	A	

7.13.2.2 Sonda temperatura

Els senyals definits són:

Variable	I/O	Discreta/Analògica	Històric
Status Word	I	A	
.01 - Manteniment			
Command Word	O	A	
0. - No ordre (la posa el PLC)			
3. - Posar en Manteniment			
4. - Treure Manteniment			
PV (Mesura analògica)	I	A	
Alarm Word	I	A	
.00 - Alarma general			
.02 - Avaria de l'equip			
.03 - Fora de rang			
.09 - Hi			
.10 - HiHi			
Interlock Word	I	A	
Rang inferior	O	A	
Rang superior	O	A	
SP Hi alarma temperatura	O	A	
SP HiHi alarma temperatura	O	A	

7.13.3 Funcionament

Visualitzar l'estat de l'aparell de climatització i de la sonda de temperatura a l'aplicació de Telecontrol.

7.13.4 Integració amb la plataforma

Tant la sonda de temperatura (senyal analògica 4-20mA) com el senyal d'estat de l'aparell de climatització (senyal discreta) s'integraran amb el PLC mitjançant els mòduls d'entrades/sortides.

La integració amb la Plataforma de Telecontrol serà utilitzant el protocol Modbus TCP, amb una comunicació directa entre els PLCs i la pròpia Plataforma.

8.- Scada

System Platform és la plataforma SCADA escollida en l'entorn PGTR de l'Ajuntament de Barcelona. És la solució de Wonderware i està basada en la programació orientada a objectes.

Aquesta tecnologia ja és emprada també en altres àmbits fora dels túnels ciutat, en una filosofia d'integració de serveis, tots ells dins d'una única galàxia distribuïda geogràficament.

El fet de que es pugui anar desenvolupant la solució per part de diferents empreses en diferents àmbits i en diferents moments temporals fa que sigui convenient fixar un estàndar de disseny que sigui homogeni. Tanmateix cal definir un estàndar d'ús específic per l'àmbit de túnels ciutat.

Aquest apartat s'estructura en un primer punt, que cobreix l'estàndar de disseny general, titulat normativa de disseny i estandarització, i un segon punt, que cobreix l'estandarització específica per túnels, titulat requisits funcionals. Aquest segon punt inclou tant la perspectiva més formal de l'eina (interfície d'usuari, cromatisme, iconografia...) com aspectes més directament lligats a l'explotació des del punt de vista dels operadors (reporting, gestió documental, KPIs...)

Pel que fa a versions de la plataforma, el punt de partida actual és que els sistemes estan en v2020 a nivell de versió de Wonderware pel que fa a la PGTR. Els nous sistemes cal que siguin desenvolupats en aquesta versió o en la que en el seu moment es reporti que estigui operativa en el sistema, a manera d'assegurar la total compatibilitat.

En general els canvis de versions estaran subjectes a les polítiques de cicle de vida del fabricant i a les possibles noves funcionalitats que s'hagin decidit incorporar al Sistema. No hi ha una directriu clara pel que fa a cadència de noves versions Wonderware pel que fa a noves funcionalitats. Pel que fa a suport, el fabricant suporta l'última versió disponible i fins dues versions principals per darrere. Per exemple a l'octubre 2020 el fabricant suposa la darrera versió publicada, v2020, i les dues immediatament anteriors, v2017 i v2014r2.

8.1 Normativa de disseny i estandarització

A continuació s'estableixen les bases pel desenvolupament d'aplicacions Wonderware tot fixant un estàndard de disseny que sigui homogeni per a totes les instal·lacions.

D'aquesta manera, juntament amb la resta de normativa que sigui d'aplicació en cada cas en l'àmbit de desenvolupament de projectes, es podrà:

- Facilitar a qualsevol adjudicatari la possibilitat de realitzar modificacions, ampliacions o manteniment de manera eficient i homogènia dins de l'entorn global de l'Ajuntament de Barcelona. Molts desenvolupaments es reutilitzaran de nou en altres projectes.
- Augmentar la qualitat dels entregables, tant en termes d'especificació prèvia per part de l'Ajuntament de Barcelona, a nivell tècnic i a nivell de documentació As-Built per part dels adjudicataris.
- Millorar la disponibilitat del sistema a producció, reduint problemes, temps de posada en marxa o interaccions entre integradors. Les proves FAT es realitzaran en un entorn de pre-producció amb connectivitat a camp, però independents del sistema de producció i seguirà estant algun temps en quarantena.

8.1.1 Elements subjectes a l'estàndard

La funció principal d'un sistema SCADA és la representació de processos o sistemes que estan controlats per diferents equips, típicament PLCs. La resta de les grans funcions dels sistemes SCADA són el telecomandament dels esmentats processos o sistemes, la gestió d'alarmes, el registre de dades del procés i esdeveniments, etc.

L'estandarització en el marc dels elements que conformen el sistema de supervisió implicarà no només un conjunt de plantilles i finestres estàndard sinó que també inclourà criteris, patrons de disseny i fins i tot mapes de memòria estandarditzats.

Per aconseguir el nivell objectiu d'estandardització anterior es pretén definir i homogeneïtzar els següents elements:

- Regles a seguir per a la nomenclatura de tots els components del sistema.
- Classificació jeràrquica dels diferents elements, intentant que sigui fàcil localitzar un element concret fins i tot sense saber el seu nom.
- Modelització d'equips físics o lògics en plantilles d'objectes i gràfics que composaran el SCADA, intentant que siguin el més homogenis possible.
- Definició dels estats, les ordres i les variables de procés per a cada tipus de plantilla, intentant en la mesura del possible que s'utilitzin criteris homogenis i herència allà on s'apliqui.
- Criteris en la definició i gestió d'alarmes.
- Criteris en la definició i gestió d'històrics.
- Representació gràfica dels diferents elements, tot intentant que siguin el més generals i homogenis possibles.
- Distribució en pantalles dels gràfics, i la navegació entre finestres.

- Configuració dels drivers de comunicacions.
- Normalització dels mapes de memòria d'intercanvi entre PLC's i objectes.
- Etc.

En altres documents es tractaran de forma complementària altres aspectes subjectes a estandardització que van més enllà del simple disseny tècnic, com per exemple:

- Documentació dels diferents components del sistema.
- Metodologia de treball i posada en servei de canvis.
- Manteniment preventiu i correctiu.

8.1.2 Nomenclatures d'elements a modelitzar

Una de les primeres consideracions a tenir en compte en la definició d'un estàndard és la definició de regles que permetin donar nom a tots els elements que formen part d'un sistema.

Aquest document inclou les regles per definir-hi les nomenclatures que permetran identificar de manera inequívoca els diferents elements, tant físics com lògics.

Es consideraran tots aquells elements físics, que podem veure, (motors, vàlvules, instruments, etc.) i lògics, aquells que no (pantalles, scripts, plantilles, etc.).

La gran majoria dels elements físics són modelats per elements lògics i cal donar-los noms que els permetin identificar. Aquests elements tindran una nomenclatura que permetrà identificar-los de manera inequívoca. Per a això, el criteri en el moment crear el seu nom haurà de contenir la concatenació d'una sèrie de codis d'ubicació, sistema, etc.

Com a norma general els noms tindran una quantitat limitada i normalitzada de caràcters que evitaran noms especialment llargs. En la mesura del possible el nombre de caràcters per al nom es limitarà a un raonable en funció del tipus d'element.

Aquestes normes tindran en compte el fet de que diferents elements, com per exemple plantilles, poden ser reutilitzats en diverses plantes o seccions dins una mateixa planta.

Els noms dels elements que puguin veure operadors o personal de manteniment seran en la mesura del possible en català. Es permetrà l'ús d'anglicismes tal com On, Off, Setpoint, Stop, Value, etc. tant en interfícies d'operador com a noms interns.

System Platform té reservats per a altres finalitats i no permet la majoria dels caràcters especials per al seu ús en noms. Així, només es permeten els caràcters especials "_", "\$" i "#". No s'utilitzaran aquests caràcters especials als acrònims, deixant aquests reservats per a un ús de separador a concatenacions.

En aquest apartat es tractarà d'enumerar els noms i codis de infraestructures, ubicacions, sistemes, tipus d'equip i altres elements que s'usin a concatenacions per als noms dels elements a modelar.

Als subapartats específics es definiran les regles per a les plantilles, instàncies, gràfics, scripts, sempre utilitzant els codis aquí exposats.

8.1.2.1 Infraestructures

L'Ajuntament de Barcelona compta amb diferents tipologies d'infraestructures les quals estan formades per diferents sistemes.

Les infraestructures tindran un codi de mínims 2 caràcters alfanumèrics i fins un màxim de 3.

Sempre que sigui possible aquests caràcters coincidiran amb les inicials de la infraestructura.

Les infraestructures que existents en l'actualitat o podrien existir són:

CODI	Nom
AE	Aparells Elevadors
TU	TÚnels
RE	REg de Parcs i Jardins
FO	Fonts Ornamentals
IL	IL·luminació
GR	Gestió de Residus
GEP	Gestió Edificis Públics (BMS)
CPP	Control de Platges i Piscines
PA	PÀrquing
SEM	SEMàfors
SEN	SENsorització

8.1.2.2 Ubicació

En cada infraestructura trobarem diferents instal·lacions que estan ubicades en diferents zones geogràfiques. En el cas de la ciutat de Barcelona, utilitzarem el districte per indicar la seva ubicació. Les ubicacions utilitzaran acrònims basats en el nom del districte com es coneix amb 2 caràcters alfanumèrics.

A continuació s'exposen les diferents possibles ubicacions que són els 10 districtes de la ciutat de Barcelona.

CODI	Nom
CV	Ciutat Vella
EI	Elxample
GR	GRàcia
HG	Horta -Guinardó
LC	Les Corts
NB	Nou Barris
SA	Sant Andreu
SM	Sant Martí
MO	Sants -Montjuïc
SS	Sarrià -Sant Gervasi

8.1.2.3 Sistemes

Els sistemes tindran un codi de mínims 2 caràcters alfanumèrics i fins un màxim de 4.

Els sistemes i/o subsistemes identificats en la data de redacció de la present versió del document són:

CODI	Nom
VENT	VENTilació
ENE	ENÈrgia
ENLL	ENLLumenat
PCI	Incendis
IM	IMatge
COM	COMunicacions
TRÀN	TRÀNsit
MET	METeorologia
DR	DRenatge
INT	INTrusisme
TEL	TELEcomunicacions

8.1.2.4 Equips

Anomenem equips a tots aquells elements, ja siguin físics o lògics que pertanyin a sistemes integrats en la plataforma Wonderware que s'hagin de modelitzar.

Els equips utilitzaran acrònims basats en el nombre d'elements que es modelitza.

S'utilitzaran codis de entre 1 i 6 caràcters alfanumèrics. Es tractarà d'utilitzar una quantitat de caràcters que presenti un adequat equilibri entre longitud i intel·ligibilitat.

S'ha de tenir present que un mateix tipus d'equip pot existir en múltiples infraestructures i sistemes. Inclús pot ser que existeixin equips que no siguin del mateix fabricant, però que poden assimilar-se al mateix. Això dependrà en gran mesura de com es realitzi la seva integració a través del sistema de control.

A continuació s'exposen els acrònims pels diferents equips definits en el moment d'edició de la present versió del document. Aquesta llista pot no representar tots els equips existents, tot i que sí representa aquells que existeixen integrats amb anterioritat.

CODI	Nom	CODI	Nom
VENT	Ventilador	CTRPCI	Centraleta de detecció d'incendis
EXTR	Extractor	DAI	DAI
TRAMP	Trampetes	PSOS	Pals SOS
MCO	Mesurador de CO	SEM	Semàfor
MNOX	Mesurador de NOx	SIRO	Sirena i rotatiu lluminós
OPA	Opacímetre	BARR	Barreres
ANEM	Anemòmetre	ASFL	Aspes -Fletxes

CODI	Nom	CODI	Nom
INT	Interruptor	PMV	Panells de missatge variable
VTEN	Vigilant de tensió	BAT	Balises de tancament
CCT	Centres de transformació	CAL	Control d'abalisament lumínic
GELEC	Grups electrògens	AFOR	Aforaments
SAI	SAI	CTRLGA	Control de Gàlib
AXARX	Analitzadors de xarxa	METEO	Estació meteorològica
CENERG	Comptadors d'energia	BMB	Bomba
LLUMIN	Luminàci metre	BNIV	Boia de nivell
ILLUMIN	Il·luminàci metre	SNIV	Sondes de nivell
FCEL	Fotocèl·lules	ACC	Sistema de control de accessos
PROJ	Circuits i Projectors lumínics	DEP	Detectors esta de porta
LLUEMER	Luminàries d'emergència	PLC	PLC
DLI	Detecció lineal d'incendis		

8.1.3 Disseny de plantilles

El tipus d'element lògic més important d'un sistema basat en System Platform són les plantilles d'objectes o Templates.

Les plantilles modelitzen equips o processos seguint una orientació a objectes.

System Platform ofereix una gran llibertat al moment de definir plantilles, pel què és necessari establir un bases de disseny que siguin homogènies i útils per a tots els successius projectes.

A continuació s'exposaran diferents consideracions relatives a aquest disseny.

8.1.3.1 Nomenclatura de plantilles

Les plantilles de l'estàndard disposaran de fins a 28 caràcters alfanumèrics. El nombre màxim permès per System Platform és de 32, però es reserven 4 caràcters amb finalitats internes. Aquests noms estaran compostats de:

- "\$": En Wonderware totes les plantilles es comencen pel caràcter "\$".
- "BCN#": Per a diferenciar les plantilles natives de Wonderware, així com qualsevol no normalitzada, totes les plantilles de l'Ajuntament de Barcelona començaran per "\$BCN#".
- "Equip_": La plantilla inclourà el codi d'equip que és modelat. Aquests codis d'equipament s'expliquen en el capítol 3.4 Equips.
- "Variació_": Després d'aquest acrònim s'afegirà un text que indicarà la variació de l'equip que pretén modelar amb aquella plantilla en concret.
- "Lliure": Serà un text opcional que permetrà afegir un major nivell de diferenciació en cas de necessitat.

Cal tenir en compte que el caràcter separador entre BCN i la resta del nom és el caràcter "#". Amb això es pretén diferenciar clarament les plantilles pròpies de BCN de qualsevol altra plantilla.

Per als camps variació i lliure podran utilitzar diverses paraules juntes sense espais si es considera adequat i no entra en conflicte amb l'objectiu de la divisió jeràrquica en camp.

Exemples de plantilles podrien ser:

- \$BCN#BMB
- \$BCN#BMB_Variador
- \$BCN#BMB_Variador_Adv

Altres consideracions a tenir en compte amb els noms seran:

- El nom de la plantilla no contindrà accents.
- No contindrà acrònim d'ubicació o sistema. Es pretén evitar desenvolupaments específics a aquells llocs o sistemes. Encara que una plantilla només s'usi en un moment donat en un camp és possible que en el futur es faci servir més enllà del seu camp pel qual originalment es va crear.
- La plantilla no conté codis de sistema o subsistema llevat que sigui imprescindible. Una plantilla determinada es deu poder reutilitzar en altres sistemes diferents per la qual va ser creada inicialment.
- Les plantilles Base, totes aquelles plantilles de les que no es creïn instàncies, sinó plantilles noves derivades, es nombraran en lletres majúscules (ex: \$BCN#ELEM_BASE).
- Els codis d'equip s'escriuran sempre en majúscules. (\$BCN#BMB_VariadorTrifasic).
- Les plantilles de les quals és possible crear instàncies es nombraran amb la primera lletra de cada paraula en majúscules (\$BMB#BMB_Variador_Trif).
- Està estrictament prohibit nomenar les plantilles amb el nom de l'adjudicatari.
- Les plantilles no tindran cap referència al sistema per al qual han estat creades, per a que puguin ser reutilitzades en altres sistemes.

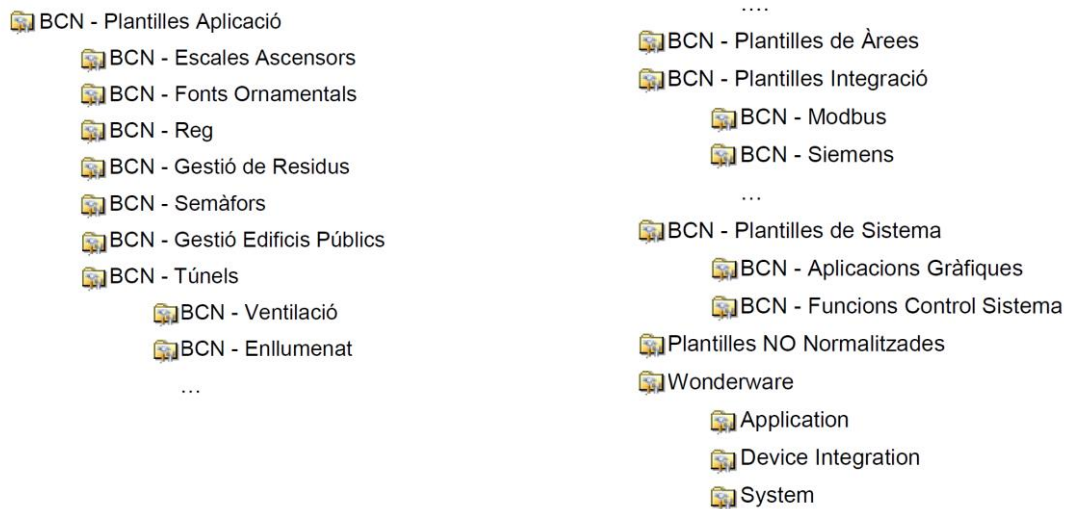
8.1.3.2 Organització de plantilles

Dintre de l'aplicació de Wonderware és necessari establir un ordre clar, de manera que es puguin classificar plantilles d'una forma coherent.

Es crearan "Toolsets" per a poder organitzar els diferents tipus de plantilles d'aplicacions que puguin haver-hi, amb la nomenclatura "BCN – Tipus de plantilles".

Els túnels tindran les seves pròpies plantilles, i cada un dels Vectors definits comptarà amb els seus elements agrupats en el marc d'una mateixa plantilla. Tanmateix, tots els elements que puguin ser utilitzats de forma comuna per tots els Vectors dels túnels han de ser inclosos a la part de BCN - Comuns.

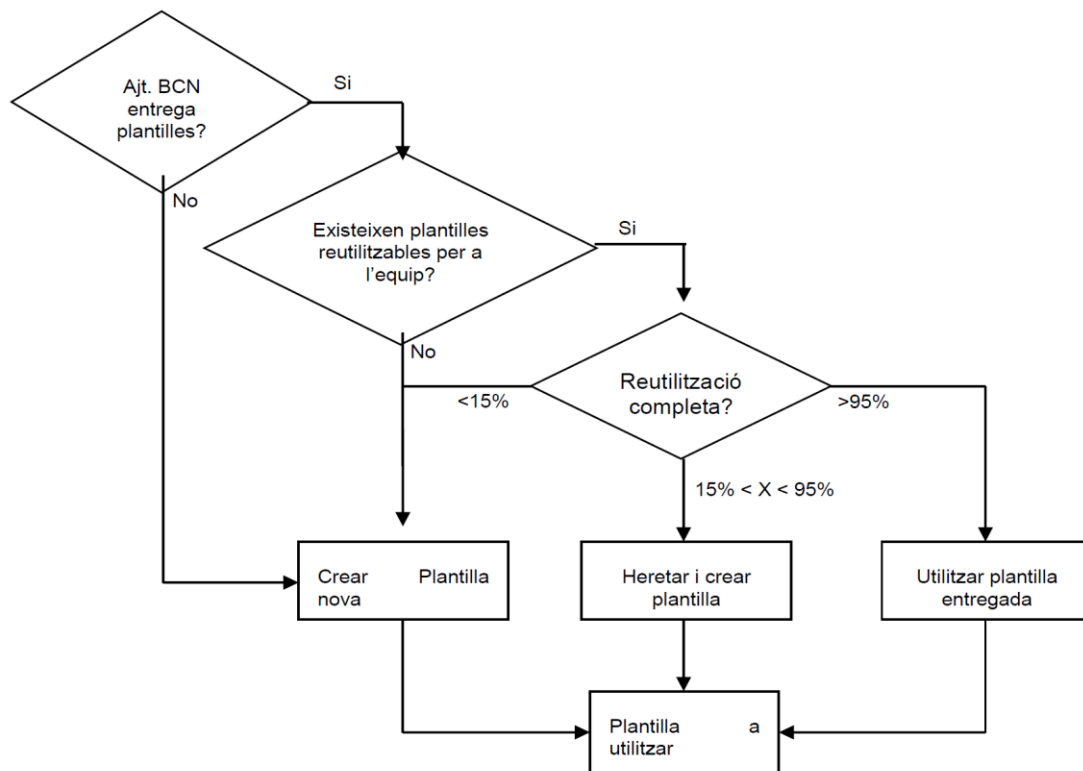
A continuació s'exposarà el model de ToolSets previst:



8.1.3.3 Criteri de creació de plantilles

Per a poder extreure el màxim de possibilitats a l'eina Wonderware, el disseny de les plantilles és essencial. És un punt imprescindible a l'hora de poder reutilitzar els objectes creats a d'altres instal·lacions. Pot ser que l'Ajuntament de Barcelona proporcioni plantilles predefinides perquè l'adjudicatari les utilitzi en el seu desenvolupament.

És possible que les plantilles lliurades per l'Ajuntament de Barcelona no tinguin totes les funcionalitats o variables demandades pels elements del nou equip a integrar. Si es dona aquest cas, l'adjudicatari és lliure de crear plantilles derivades de les lliurades per part de l'Ajuntament de Barcelona per incloure les funcionalitats que manquen.



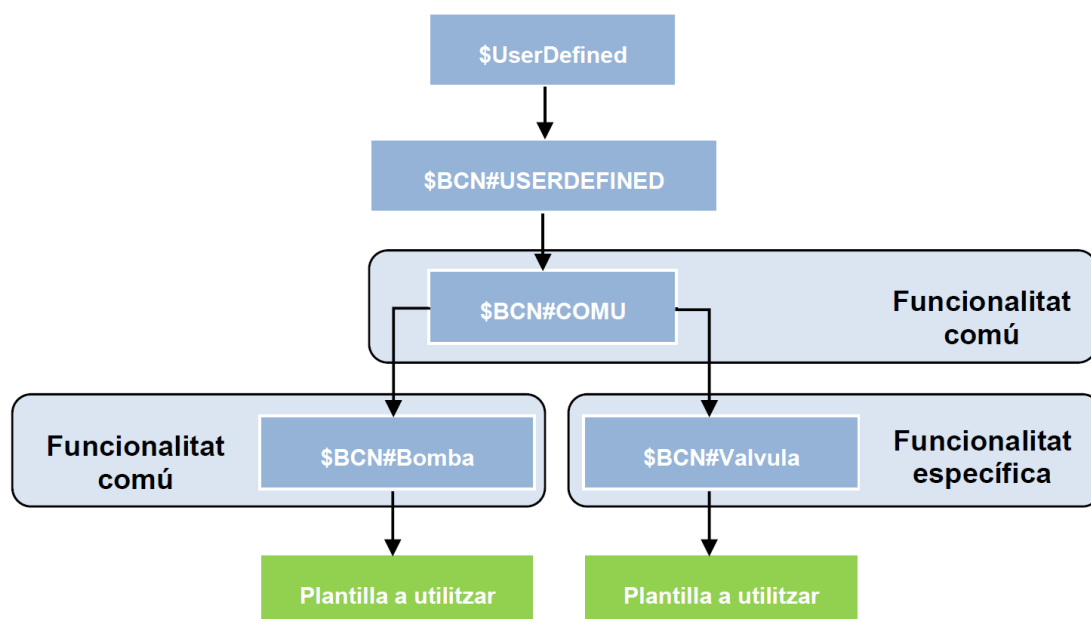
Com es pot observar en la imatge anterior, la utilització de les plantilles lliurades per l'Ajuntament de Barcelona serà en funció del grau de reutilització que es podrà realitzar amb les mateixes. Aquest grau de reutilització vindrà donat per l'estructura de dades, els scripts i altres funcionalitats configurables.

Si el grau de reutilització no supera uns mínims establerts o si l'equipament de camp no es troba representat per cap plantilla, l'adjudicatari haurà de realitzar les plantilles pertinents que compleixin amb les necessitats dels equips de camp tenint en compte que aquestes noves plantilles han de poder ser reutilitzades per l'Ajuntament de Barcelona en futurs projectes.

Com a norma general, és obligatori que les plantilles derivades no derivin directament dels objectes proporcionats per l'eina Wonderware, si no, de les plantilles proporcionades per l'Ajuntament de Barcelona.

D'altra banda es recomana realitzar plantilles derivades en funció de les diferents funcionalitats que poden arribar a tenir els diferents elements de camp.

Com per exemple es pot contemplar el següent:



A tall de resum incidir que si integrador necessita incloure algun element amb alguna particularitat no inclosa a les plantilles existents hi haurà dues opcions:

- 1) **OPCIÓ DESITJABLE:** Modificar una plantilla existent que incorpori les noves necessitats, sempre tenint cura que no afecti el correcte funcionament d'una altra implantació on es faci ús d'aquesta plantilla.
- 2) **OPCIÓ NO DESITJABLE:** Crear una plantilla específica per a aquest ús.

Segui quina sigui l'opció presa, ha de ser acordada amb l'equip de l'Ajuntament de Barcelona abans de realitzar cap acció.

8.1.3.4 Nomenclatura d'attributes

Cada plantilla d'objectes tindrà múltiples Attributes, que poden ser variables connectades al sistema de control o internes. Cadascuna d'aquestes variables pot tenir diferents utilitats.

Els noms de les variables inclouran un acrònim del tipus de la seva utilitat, així com una descripció curta prou indicativa. S'evitaran descripcions curtes de més de 16 caràcters. Per a això s'utilitzaran contraccions, on cada paraula contreta començarà amb majúscula:

- Estats: Començaran per "I_".
Un exemple podria ser "I_Marxa". Estat de marxa.
- Ordres: Començaran per "O_".
Un exemple podria ser "O_Marxa". Ordre de marxa.
- Paràmetres: Començaran per "PAR_".
Un exemple podria ser "PAR_LimAltTemp". Paràmetre pel límit alt de temperatura.
- Consignes: Començaran per "SP_".
Un exemple podria ser "SP_Temp". Setpoint de temperature.
- Comptadors: Començaran per "CNT_".
Un exemple podria ser "CNT_HMarxa". Comptador d'hores de marxa.
- Valors de procés: Començaran per "PV_".
Un exemple podria ser "PV_Temp". Process Value Temperatura.
- Alarmes: Començaran per "ALM_".
Un exemple podria ser "ALM_ProtTermic". Alarma de protecció tèrmica.
- Esdeveniments: Començaran per "EVE_".
Un exemple podria ser "EVE_SeqFinalitzada". Esdeveniment de seqüència finalitzada.
- Constants de configuració: Començaran per "CFG_".
Un exemple podria ser "CFG_HiLimTemp". Configuració de límit alt de temperatura.
- Missatges d'alarma: Començaran per "MSG_".
Un exemple podria ser "MSG_HiLimTemp". Configuració de límit alt de temperatura.
- Paraules d'intercanvi amb PLC's: Començaran per "IO_".
Un exemple podria ser "PLC_Paraula01". Paraula número 1 de entrades/sortides agrupades.
- Disparadors interns d'esdeveniments: Començaran per "TRG_".
Un exemple podria ser "TRG_FiTorn". Disparador d'esdeveniments a la finalització de torn.
- Variables auxiliars o temporals: Començaran per "AUX_".
Un exemple podria ser "AUX_AlmHiTempText". Text auxiliar corresponent a l'alarma de temperatura alta.
- Variables calculades: Començaran per "CAL_".
Un exemple podria ser "CAL_Entalpia".

Res no impedeix que un mateix bit del PLC que s'utilitza tant per a un estat com per una ordre, per claredat al SCADA es defineixi com dues variables. Com es comentarà més endavant, el mecanisme d'intercanvi de variables entre SCADA i PLC evita la duplicitat de comunicacions agrupant senyals.

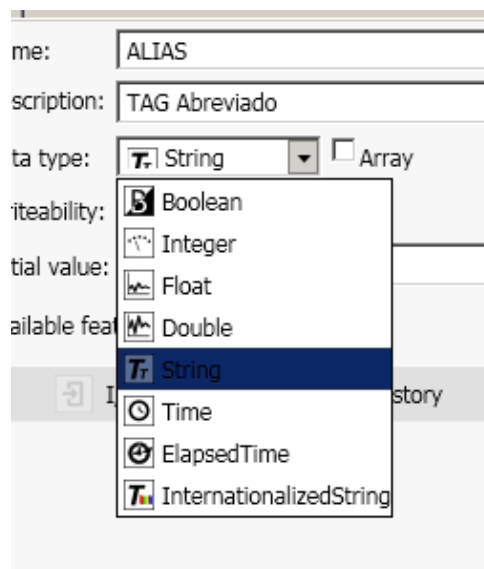
8.1.3.5 Especificacions d'Attributes

Per temes de rendiment, en la mesura del possible, no es crearan més de 64 Attributes per plantilla. En cas que això sigui necessari s'ha de justificar i/o buscar alternatives.

A continuació s'exposaran més especificacions.

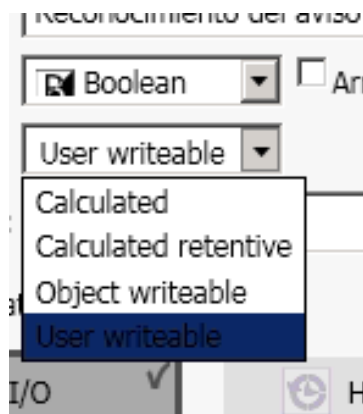
8.1.3.5.1 Data Type

És necessari definir el tipus de dades per a aquest Attribute.



8.1.3.5.2 Writeability

És necessari que cada Attribute tingui adequadament seleccionat el camp Writeability.



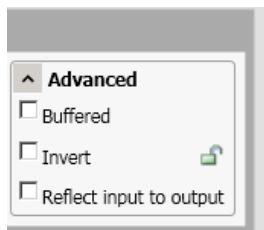
Només estarà en User Writeable si aquest attribute s'ha de modificar per part de l'usuari, ja sigui des de Gràfics o des de l'Object Viewer.

Si el valor el canvia un script llavors es seleccionarà l'opció Object writeable, en cas contrari s'ha de configurar Calculated o Calculated retentive segons convingui.

8.1.3.5.3 Buffered

La propietat buffered només s'activarà en casos molt concrets, en els que s'han de complir totes les següents circumstàncies:

- ☐ El valor prové d'un driver (protocol + driver) que suporti Buffered Data, per exemple DNP3.
- ☐ El valor s'historitza a Historian o bé es fa servir en algun Script Data change
- ☐ Cal no perdre cap valor intermedi que eventualment canviï entre dos cicles de Scan o bé les comunicacions podrien ser intermitents.



El més habitual és que no es compleixin la majoria d'elles, per tant, en la immensa majoria dels Attributes romandrà sense marcar.

8.1.3.5.4 Description

Tots els Attributes hauran de tenir una descripció apropiada a nivell de Plantilla.

El cademat de descripció es mantindrà obert NOMÉS si es compleix alguna de les següents circumstàncies:

- ☐ El valor de descripció es genera mitjançant un Script a nivell d'instància.
- ☐ Plantilles derivades o instàncies de la plantilla han de tenir descripcions diferents a les de la plantilla principal.

Fins i tot en aquests casos esmentats el camp descripció ha de tenir un valor explicatiu que després seria sobreescrit pel Script.

Sempre que sigui possible les descripcions es realitzaran en català.

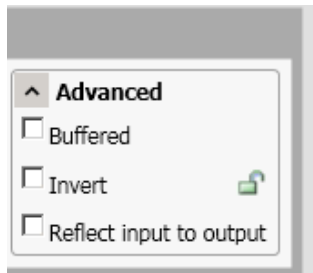
Si la descripció pot canviar en cadascuna de les instàncies respecte a la plantilla, ja sigui per script o manualment NO es tancarà el cademat. En cas contrari serà obligatori.

8.1.3.5.5 Initial Value e Invert

No es considera convenient indicar un valor inicial per Attributes. Així mateix mai es tancarà el cademat. El nivell de seguretat requerit per aquesta propietat serà en tot cas "Operate".

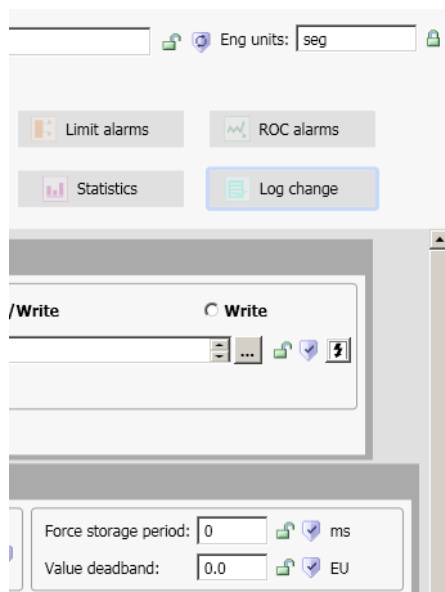
initial value: 0.0

Sempre que sigui possible es procurarà evitar l'ús de la propietat invert per Attributes boolean. El cadenat es tancarà a nivell de plantilla llevat que hi hagi una justificació suficient.



8.1.3.5.6 Value deadband i Engineering units

Tots els Atributs analògics han de tenir adequadament configurades les propietats Value deadband i Eng units



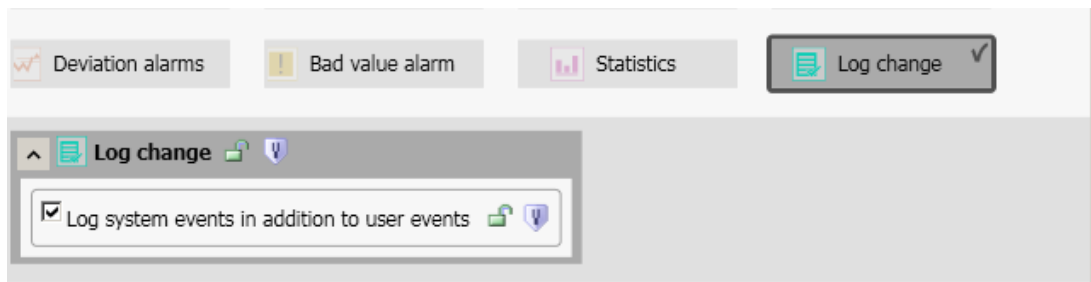
De cara a minimitzar la quantitat de comunicacions, el valor Deadband indicarà el valor del canvi que es considera menyspreable. El cadenat romandrà obert en aquests paràmetres, de manera que pugui ser ajustat a instàncies segons sigui necessari. El nivell d'accés serà "Configure".

Les unitats d'enginyeria han d'estar sempre definides i en la mesura del possible amb el cadenat tancat. Les unitats d'enginyeria que seran majúscules o minúscules segons el criteri

internacional. Les unitats que reben el seu nom en honor a un científic van en majúscules, la resta en minúscules.

8.1.3.5.7 Esdeveniments

Només s'activarà la generació d'esdeveniments per a aquells Attributes que impliquin una acció d'operari i hagin de ser enregistrats ocasionalment, com ara canvis de consignes o de paràmetres.

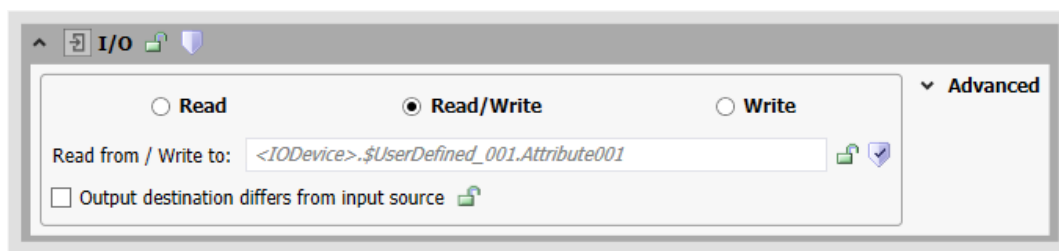


En ser aquests canvis ocasionals no compensa emprar un tag d'Historian. Aquestes dades es consultarien a la pantalla d'esdeveniments del SCADA.

El cadenat romandria tancat i la configuració de seguretat és irrellevant.

8.1.3.5.8 InputSource

Com es comentarà més endavant les cadenes InputSource es concatenaran mitjançant Scripts. No obstant això, la resta d'elements i configuracions s'han de definir de la següent forma:



8.1.3.5.9 StateLabels

Per a tots aquells Attributes digitals serà necessari establir "State Labels" significatius



Es procurarà que els State Labels no siguin excessivament llargs, ja que encara que siguin discrets, aquesta longitud té un cert impacte en la mida de la base de dades d'alarmes.

En particular s'utilitzaran parelles de state label tals com:

- Man/Auto
- Marxa/Aturada
- Normal/Actiu
- Normal/Alarma
-

Els cadenats estaran sempre tancats.

8.1.3.5.10 I/O Scaling

Sempre que sigui possible els escalats es realitzaran a la capa de control. Es pren aquesta decisió tenint en compte les següents consideracions:

- Maximitzar la reutilització de plantilles i simplificar les mateixes.
- Reduir la quantitat de càlculs a realitzar per engines i delegar-ho a PLC, que en aquest cas tenen gran capacitat de procés lliure.
- Qualsevol algoritme de control o comparació utilitza unitats d'enginyeria fins i tot des del PLC, el que facilita la seva comprensió.

Evidentment, en cas d'impossibilitat d'escalat a la capa de control l'escalat es realitzarà a la capa de Plantilles, mai en la d'instàncies d'objectes.

8.1.3.6 Estandarització d'scripts

Un dels punts més importants a tenir en compte és el disseny dels scripts. Com a norma general s'intentarà evitar l'ús de scripts. Evidentment en ocasions resulta impossible no fer-ne alguna funcionalitat concreta.

Per relacionar variables externes de PLC, és obligatori utilitzar "Attributes", no introduir directament l'adreça del driver que comunica amb el PLC. S'utilitzaran Script, per exemple, per inicialitzar els input extensions d'Attributes.

Tots els Scripts comptaran d'una capçalera amb comentaris sobre la seva finalitat i altres detalls. El codi igualment presentarà comentaris allà on calgui per entendre millor l'execució.

Es definiran les variables en l'apartat de Declarations.

Tota l'execució de l'script estarà encapsulada en una estructura Try Catch.

Com a acció davant del Catch d'una excepció es registrarà al registre de Wonderware informació sobre la mateixa.

Caldrà pensar explícitament si en la condició d'execució o en el cos poden existir casuístiques que provoquin excepcions:

- Divisions per 0.

- Ús de variables sense valor.
- Operacions amb tipus de dades incompatibles.
- Fluxos d'execució no controlats.
- Execucions en moments no controlats.

Si el script no és trivial, caldrà programar un "VerboseMode" en el qual es registrin detalls de l'execució de scripts en el log. Aquesta mode estarà condicionat al fet que l'Attribute "CFG_VerboseMode" tingui un valor de true.

Sempre que sigui possible s'intentarà evitar l'ús de llibreries de funció externes, especialment si aquestes no són del Framework de Microsoft. En cas que sigui imprescindible el seu ús s'ha de documentar.

És obligatori no utilitzar el tipus "Startup" o "OnScan" per a Scripts que tinguin una càrrega elevada o dependències externes. Aquest tipus de scripts seran de tipus "Execute" i s'executaran per primera vegada després del segon cicle de scan de l'engine.

8.1.3.6.1 Nomenclatura Scripts

Pel sol fet de crear Scripts es generen multitud de variables associades automàticament. Per identificar-los d'una manera àgil i normalitzada es donarà als scripts un nom que inclourà a l'inici un acrònim fix que indica que és un Script "SCP_". En funció del tipus d'execució d'Script es concatenaran els següents elements:

- Canvi de variable: "OnNomVariableChange".
Un exemple podria ser: "SCP_OnTornChange"
- Mentre es compleixi Condició : "While/WhileNotDescripcioClaraCondicio"
Un exemple podria ser: "SCP_WhileNotMarxa"
- Execució única al complir-se una condició; "OnTrue/OnFalseDescripClaraCond"
Un exemple podria ser "SCP_OnTrueTrgCanviTorn"
- Execució cíclica: "EveryNombreUnitatsdeTempsUnitatTemps"

Un exemple podria ser "SCP_Every5Mins". Les unitats de temps seran:

"Secs" per a segons

"Mins" per a minuts

"Hour" per a hores

- Una vegada al posar-se l'objecte OnScan: "OnScan".
Sempre es cridarà "SCP_OnScan"
- Una vegada al posar-se l'objecte OffScan: "OFFScan".
Sempre es cridaran "SCP_OFFScan"

No es preveu la necessitat d'utilitzar esdeveniments del tipus Startup o shutdown. En cas de necessitar-los tindrien sempre els noms: "SCP_StartUp" i "SCP_ShutDown". Si un determinat tipus de script no es necessita no es crearà buit.

8.1.3.7 Nomenclatura de gràfics

Dins d'una determinada plantilla poden existir multitud de gràfics. Per a una adequada classificació es preveu l'ús d'una nomenclatura que ajudi a identificar el tipus de gràfic i l'àmbit d'ús del mateix.

Hi haurà tipus de gràfics que exerciran funcions típiques, per a això s'utilitzaran els següents acrònims inicials:

- "FORM_": Formularis o pantalles de treball.
- "ICO_": S'utilitzarà per als gràfics resumits d'equips que es representen en sinòptics.
- Ecologia Urbana
- Pàg. 67 de 171
- "FP_": Ve de FacePlate. Diàlegs superposats que s'obren en prémer sobre un FP, un element de menú o qualsevol altre element que realitzi aquesta acció.
- "FPEXT_": Diàleg superposat estès. Similar a l'anterior, però amb més informació.
- "MENUXXX_": Menú on hi haurà representats, altres elements. Podrà ser "MENUSup_", "MENUInf_", "MENUdre_", "MENUesq_". "MENUdes_" segons sigui un menú situat a la part superior, inferior, dreta, esquerra o sigui desplegable.
- "BTN_": Per a aquells gràfics que siguin botons.

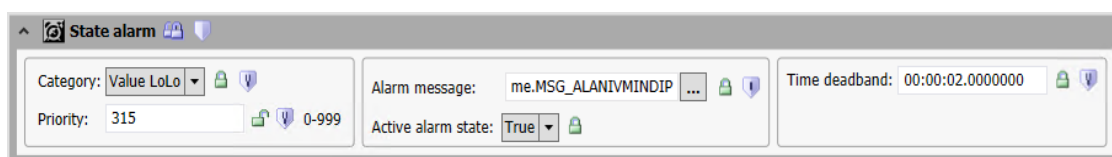
A més de l'acrònim s'indicarà un text a manera de "Nom clar" i un altre opcional a manera de "Complement del nom". Tots aquests camps estaran separats pel caràcter "_".

Si és el gràfic per defecte al final del nom s'annexarà el text "_Def".

8.1.3.8 Gestió d'Alarmes

Els Attributes digitals que generin alarma es configuraran seguint els següents criteris:

- La prioritat s'establirà en funció del model de Prioritats exposat en el capítol 11. El seu cadenciat està obert ja que una mateixa plantilla pot utilitzar-se per diversos sistemes. Com s'exposarà en l'esmentat capítol 11 el model de prioritats depèn del sistema, entre altres coses.
- El missatge d'alarma estarà disponible en un Attribute missatge, que podrà ser composta per Script en cas de necessitat. Els textos de les alarmes han de ser prou concisos per identificar el significat de l'alarma.
- La categoria d'alarma haurà d'haver estat seleccionada de la llista.
- El time Deadband es configurarà amb un valor en segons que eviti o almenys minimitzi falses deteccions. Aquest valor se suggereix que estigui entre 2 i 5 segons depenent de la qualitat de la comunicació.



Tots els cadenats estaran tancats excepte el de prioritat. Els nivells de seguretat estaran establerts a "Tune".

Les alarmes de límits de variables analògiques es gestionaran al SCADA per tenir més dades associades, tot i que els límits quedaran sincronitzats amb el PLC si aquest realitza algun tipus de sincronització.

En el cas de 'Limit alarms' la filosofia serà pràcticament idèntica. Les úniques diferències seran:

Serà possible canviar les alarmes concretes, així com els seus límits en les diferents plantilles o instàncies derivades, pel que no es tancaran els cadenats.

Es definirà un Alarm Deadband que impedeixi que si un determinat Attribute es troba contínuament oscil·lant just en un límit no vagi generant múltiples alarmes.

	Limit	Priority	Alarm message
☒ HIHI	90.0	315	me.MSG_HIHI.Description
☒ HI	75.0	315	me.MSG_HI.Description
☒ Lo	25.0	315	me.MSG_LO.Description
☒ LoLo	10.0	315	me.MSG_LOLO.Description

Alarm deadband: 0.0
Time deadband: 00:00:03.0000000

No es preveu la necessitat de Rate of Change, target desviation o bad value ALARMS.

8.1.3.9 Gestió d'Històrics

Els valors dels diferents Attributes dels quals es vagin a historitzar s'hauran de configurar seguint els següents criteris:

- En les variables analògiques associades a sondes, ni el valor de Force storage period ni el de Value Deadband seran 0.
- Per al valor de Force storage period s'indicarà una quantitat de segons d'interval per a la presa incondicional de mostra.
- Per al value de Deadband s'establirà un valor que es consideri menyspreable.
- Els valors de Trend high i Trend low han d'estar definits en funció de valors dels màxims i mínims que pugui prendre la variable.

Tots els cadenats estaran tancats excepte els de Force storage period, value Deadband, Trend high i low.

Description: me.PV_TEMP.Description

Force storage period: 0 ms
Value deadband: 300.0 EU

Trend high: 30000.0 EU
Trend low: 0.0 EU

Interpolation type: SystemDefault
Rollover value: 0.0

☐ Enable swinging door

Com a norma general no s'historitzaran alarmes ni constants.

8.1.3.10 Informació a les plantilles

Tota plantilla ha de tenir dues informacions bàsiques i obligatòries, que són les següents:

- Attribute de versió.
Aquest Attribute anomenat "Versió" ha d'indicar la versió de la plantilla en format "x.y". La versió inicial de tota plantilla serà "1.0", les modificacions menors es contemplaran incrementant els decimals i les modificacions majors incrementant el sencer.
- Document de Help.

Tota plantilla ha de tenir el seu propi document de help en format HTML on s'indican informacions importants per a la comprensió del funcionament de l'objecte per part de l'Ajuntament de Barcelona.

L'Ajuntament de Barcelona facilitarà una plantilla del document HTML de Help per a que l'adjudicatari pugui crear els diferents documents per a les plantilles del sistema.

Aquest document HTML ha de ser importat dins dels objectes plantilla des de l'eina IDE a l'opció "Add Object Help" de la pestanya "Object Information".

8.1.4 Disseny dels Archestra Graphics

Cadascuna de les diferents pantalles d'una aplicació SCADA estan composades per múltiples gràfics associats. Sovint aquests gràfics estan definits dintre de plantilles i en altres com a elements gràfics de llibreria.

System Platform ofereix una enorme llibertat a l'hora de definir plantilles, la possibilitats de crear gràfics són enormes.

En el següent capítol s'exposaran diferents criteris i consideracions a tenir en compte a l'hora d'establir unes bases de disseny homogènies i útils per a tots els successius projectes.

8.1.4.1 Archestra Graphics vs SmartSymbols

Durant el desenvolupament de l'aplicació InTouch serà necessari crear objectes gràfics amb més funcionalitats que una simple figura o línia animada. Tots aquests objectes gràfics, han de ser Archestra Graphics en detriment dels SmartSymbols de InTouch.

Els Archestra Graphics visualitzats en l'aplicació InTouch podran formar part dels objectes de la Galàxia o bé ser elements de llibreria. Molts d'ells representaran els elements de camp corresponents, tot i que també hi haurà una enorme quantitat que serveixi per a la navegació per l'aplicació, la gestió d'alarmes o gràfics i per a diagnòstic del sistema.

8.1.4.2 Nomenclatura dels Archestra Graphics

De la mateixa manera que les plantilles, els gràfics de l'estàndard disposaran de fins a 28 caràcters alfanumèrics. El nombre màxim permès per System Platform són 32, però es reserven 4 caràcters per a eventuais fins interns. Els noms estaran compostats per:

- "BCN #": Per diferenciar els gràfics nadius de Wonderware, així com qualsevol no normalitzat, tots els gràfics de l'Ajuntament començaran per "\$BCN#".
- "Equip_": El gràfic inclourà el codi d'equip que estigui representant. Aquests codis d'equip es van exposar en el capítol 3.4 Equips.
- "Variació_": Després d'aquest acrònim s'afegirà un text que indicarà la variació d'equip que es pretén representar amb aquest gràfic en concret.
- "Lliure": Serà un text opcional que permetrà afegir un major nivell de diferenciació en cas de necessitat.
- "Tipus de gràfic_": Aquest serà un camp obligatori i haurà d'estar al final. D'una manera similar als noms dels gràfics dins de les plantilles s'utilitzaran els noms:
 - o "FORM": Formularis o pantalles de treball.
 - o "ICO": S'utilitzarà pels gràfics resumits d'equips que es representen en sinòptics.
 - o "FP": Ve de FacePlate. Diàlegs superposats que s'obren en prémer sobre un FP, un element de menú o qualsevol altre element que realitzi aquesta acció.
 - o "FPEXT": Diàleg superposat estès. Similar a l'anterior, però amb més informació.
 - o "MENUXXX": Menú on hi haurà representats, altres elements. Podrà ser "MENUSup", "MENUInf", "MENUdre", "MENUesq". "MENUdes" segons sigui un menú situat a la part superior, inferior, dreta, esquerra o sigui desplegable.
 - o "BTN": Per a aquells gràfics que siguin botons.

Cal observar que el caràcter separador entre BCN i la resta del nom és el caràcter "#".

Es pretén d'aquesta manera diferenciar clarament els gràfics propis de l'Ajuntament de Barcelona.

Pels camps variació i lliure podran utilitzar-se diverses paraules juntes sense espais si es considera convenient i no entrar en conflicte amb l'objectiu de la divisió jeràrquica dels camps.

Exemples de gràfics de biblioteca podrien ser:

- BCN#BMB_ICO
- BCN#BMB_Variador_FP
- BCN#BMB_Variador_Adv_FPEXT

Altres consideracions a tenir en compte amb els noms seran:

- El nom dels gràfics no contindrà accents.
- No ha de contenir l'acrònim d'ubicació o sistema. Es pretén evitar desenvolupaments específics per a aquestes ubicacions o sistemes. Encara que un gràfic només es faci servir en un moment donat en un àmbit és possible que en el futur es faci servir més enllà del seu àmbit per al que originalment va ser creat.
- El gràfic no conté codis de sistema o subsistema tret que sigui imprescindible. Molts dels gràfics es podran reaprofitar en altres sistemes diferents d'aquell per al qual va ser fixada inicialment creat.

- Els codis d'equip s'escriuran sempre en majúscules. (BCN#BMB_VariadorTrifasic_ICO).
- Està estrictament prohibit nomenar els gràfics amb el nom de l'adjudicatari.
- Està estrictament prohibit incloure logotips de les empreses adjudicatàries en gràfics o finestres.

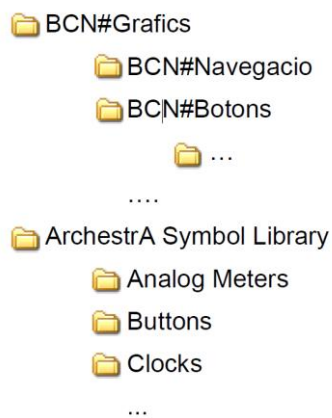
8.1.4.3 Organització dels Archestra Graphics

Els diferents gràfics poden ser ordenats en Toolsets d'una manera arborescent.

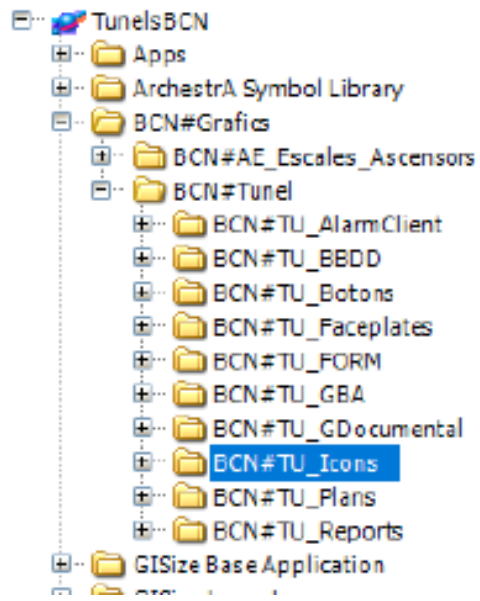
Es crearan "Toolsets" per poder organitzar els diferents tipus de plantilles d'aplicacions que hi pugui haver, amb la nomenclatura "BCN#Tipus de Plantilles".

L'estructura concreta de Toolbox s'anirà actualitzant conforme es vagin validant elements segons estàndard.

A continuació s'exposarà el model de ToolSets previst:



S'ha d'incloure un nivell específic per TÚNELS dins dels gràfics, d'aquesta manera, tots els elements utilitzats per aquest tipus de projecte aniran inclosos en aquest grup. exemple:



8.1.4.4 Noms dels elements dintre de Gràfics

Els Archestra Graphics contenen múltiples elements gràfics que poden ser agrupats en diferents nivells.

Els elements s'agruparan per capes. Cada grup tindrà un nom compost per "C" + "_" + "NomClarDeCapa". Per exemple "C_Fons" o "C_BotoneraBasica".

Els diferents elements subjectes a ser ocultats, deshabilitats o moguts alhora s'agruparan per capes.

Es procurarà agrupar junts tots els elements d'una mateixa capa sense animacions i per separat dels elements que sí que en tinguin. Els elements agrupats sense animacions es comporten com si fossin fotografies estàtiques, de manera que consumeixen molts menys recursos.

Els noms dels elements gràfics dins dels gràfics, a part de l'esmentat seran lliures.

8.1.4.5 Custom Properties

Es regiran pel mateix criteri que els Attributes de les plantilles. De fet, sempre que sigui possible tindran exactament els mateixos noms:

- Estats: Començaran per "I_".
Un exemple podria ser "I_Marxa". Estat de marxa.
- Ordres: Començaran per "O_".
Un exemple podria ser "O_Marxa". Ordre de marxa.
- Paràmetres: Començaran per "PAR_".
Un exemple podria ser "PAR_LimAltTemp". Paràmetre pel límit alt de temperatura.
- Consignes: Començaran per "SP_".
Un exemple podria ser "SP_Temp". Setpoint de temperature.
- Comptadors: Començaran per "CNT_".
Un exemple podria ser "CNT_HMarxa". Comptador d'hores de marxa.
- Valors de procés: Començaran per "PV_".
Un exemple podria ser "PV_Temp". Process Value Temperatura.
- Alarmes: Començaran per "ALM_".
Un exemple podria ser "ALM_ProtTermic". Alarma de protecció tèrmica.
- Esdeveniments: Començaran per "EVE_".
Un exemple podria ser "EVE_SeqFinalizada". Esdeveniment de seqüència finalitzada.
- Constants de configuració:
Començaran per "CFG_". Un exemple podria ser "CFG_HiLimTemp". Configuració de límit alt de temperatura.
- Missatges d'alarma:
Començaran per "MSG_". Un exemple podria ser "MSG_HiLimTemp". Configuració de límit alt de temperatura.
- Paraules d'intercanvi amb PLC's: Començaran per "IO_".
Un exemple podria ser "PLC_Paraula01". Paraula número 1 de entrades/sortides agrupades.
- Disparadors interns d'esdeveniments: Començaran per "TRG_".

Un exemple podria ser "TRG_FiTorn". Disparador d'esdeveniment a la finalització del torn.

- Variables auxiliars o temporals: Començaran per "AUX_".
Un exemple podria ser "AUX_AlmHiTempText". Text auxiliar corresponent a l'alarma de temperatura alta.
- Variables calculades: Començaran per "CAL_".
Un exemple podria ser "CAL_Entalpia".

8.1.5 Disseny d'Instàncies

Com a norma general és aconsellable que la lògica de control es trobi realitzada en les plantilles i no en les instàncies per poder explotar al màxim nivell el model d'herència.

No obstant això per motius extraordinaris es pot donar el cas que hi hagi lògica de control a les instàncies.

Les instàncies han de ser creades a partir de les plantilles derivades, mai de les plantilles base o d'aquelles que estiguin en majúscules.

8.1.5.1 Nomenclatura d'Instàncies

Les instàncies d'objectes han de permetre identificar els equips que modelitzen. És possible utilitzar fins a 28 caràcters alfanumèrics.

La nomenclatura a utilitzar es: "Instal·lació" & "_" & "Equip" & "àlies"

☐ Instal·lació: Acrònim de la instal·lació. (Túnel Camèlies - TCA)

☐ Equip: Equip a modelar. (Ventilador - VENT)

☐ Àlies: Identificador inequívoc del equip. (01)

Per l'exemple anterior, quedaria: TCA_VENT01

8.1.5.2 Altres Especificacions

Cadascuna de les instàncies que es creïn en el sistema han de tenir una nomenclatura única que les identifiqui inequívocament.

Totes les instàncies tindran adequadament configurats tots els camps de descripcions, configuracions i missatges.

Tanmateix, totes les alarmes tindran el nivell de prioritat que els correspongui per criticitat i sistema.

La configuració de paràmetres d'historització estarà configurada segons les necessitats de cada instància.

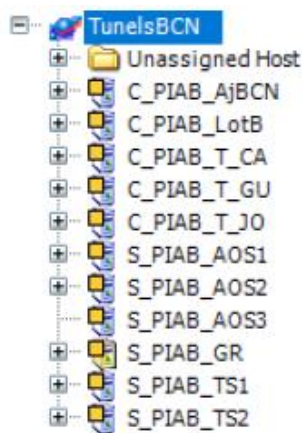
8.1.5.3 Nomenclatura de Platforms

Els noms de les plataformes han de ser en la mesura del possible els mateixos que les màquines des d'on s'executen. S'haurà de seguir la nomenclatura següent:

{TipusClient} _PIAB_ {Infraestructura} _ {Identificador de túnel}

- Tipus de Client:
 - o C: Cas de PC Industrial situat a infraestructura.
 - o S: Cas de Servidor situat a CPD.
- PIAB: Identificació d'infraestructura de BCNA.
- Identificador de Túnel: Identificatiu de dues sigles que representi el túnel i permeti identificar-ho fàcilment. Per exemple:
 - o CA: Camèlies.
 - o JO: Jordà

La següent imatge mostra els equipaments i els seus noms:



8.1.6 Disseny de Comunicacions

Les diferents referències a camp es generen a Scripts definits a les plantilles que s'executen a les instàncies.

Aquests scripts concatenen camps presents en UDA 's , començant el seu nom per "CFG _...".

Aquests camps seran típicament DIObject, Scangroup ...

És d'obligat compliment la utilització de la llista de mapatge d'atributs que es trobi en els scangroups dels objectes de comunicació que proporciona Wonderware tant si són DIObject, DAServers o OPC Server de tercers.

Encara que sigui possible no s'utilitzarà directament l'adreça de memòria que li correspongui en el protocol utilitzat a l'àrea on es troba la dada en el PLC.

8.1.6.1 Arquitectura de Comunicacions

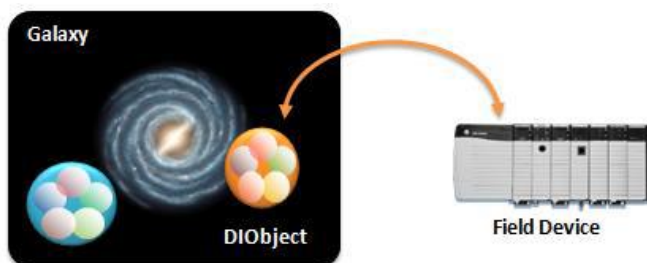
Les comunicacions a nivell de drivers amb els dispositius de camp, es pot fer de les següents 5 formes, sempre intentant implementar prioritàriament amb l'ordre que es mostra a continuació.

- Operations Integration Servers (OI servers)

Incorporació de la nova tecnologia de drivers per a Wonderware. Els quals permeten una gestió de les comunicacions més optimitzada i la possibilitat de disposar l'execució del driver en multi-instància. Aquesta tecnologia està disponible a partir de la versió 17 de Wonderware InTouch. Serà necessari disposar de les recomanacions que faci el fabricant sobre l'operativa específica a seguir en aquest cas

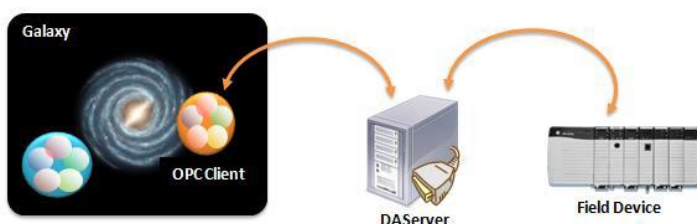
- Utilització de DIOjects.

Sempre que hi hagi el DIOject corresponent a la versió de System Platform que s'està utilitzant en desenvolupament per comunicar amb el dispositiu de camp i Wonderware no indiqui el contrari.



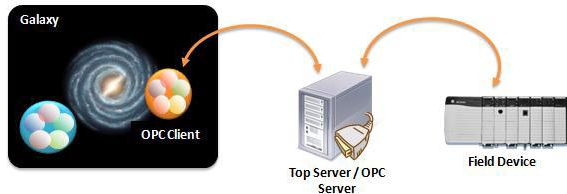
- Utilització de DAServers.

Sempre que no hi hagi el DIOject corresponent a la versió de System Platform que s'està utilitzant en desenvolupament per comunicar amb el dispositiu de camp i si existeix com DAServer



- Utilització de Kepware Servers o altres OPC Server.

Sempre que Wonderware no pugui proporcionar el driver per comunicar amb el dispositiu de camp o sempre que Wonderware ho recomani per algun motiu.



- Realització d'un Driver a mida.

Sempre que no hi hagi cap OPC Server capaç de llegir el protocol del dispositiu de camp i servir les dades via OPC.

4.8 MODEL DE PLANTA (MODEL VIEW)

En System Platform els diferents elements lògics creats per modelitzar sistemes es classifiquen seguint diferents criteris.

En aquest capítol es descriuran els detalls a l'hora de classificar els elements seguint un criteri d'ordenació en nivells anomenat Model View.

La idea darrere d'aquesta classificació és crear una estructura arborescent per classificar els elements, on l'usuari té certa llibertat per crear els nodes i sub-nodes que consideri necessaris sense limitació de nivells.

Cada un d'aquests nodes es diu Àrea. Aquestes àrees permeten contenir altres àrees o bé elements modelats. Podríem dir que una àrea és com una carpeta o directori que pot tenir les seves pròpies propietats i funcionalitats.

Les àrees es modelitzen utilitzant instàncies de plantilles que deriven de la plantilla \$Area de Wonderware.

Els elements modelats normalment derivaran d'altres plantilles diferents a \$Area.

Ja que aquest model pot ser molt versàtil cal definir l'estructura a utilitzar. En els següents apartats s'exposarà aquesta estructura.

4.8.1 ORGANITZACIÓ JERÀRQUICA

El model de planta realitzat ha de seguir uns estàndards d'estructura establerts per a poder dotar a l'aplicació creada de la capacitat d'incloure en un futur nous sistemes de l'Ajuntament de Barcelona.

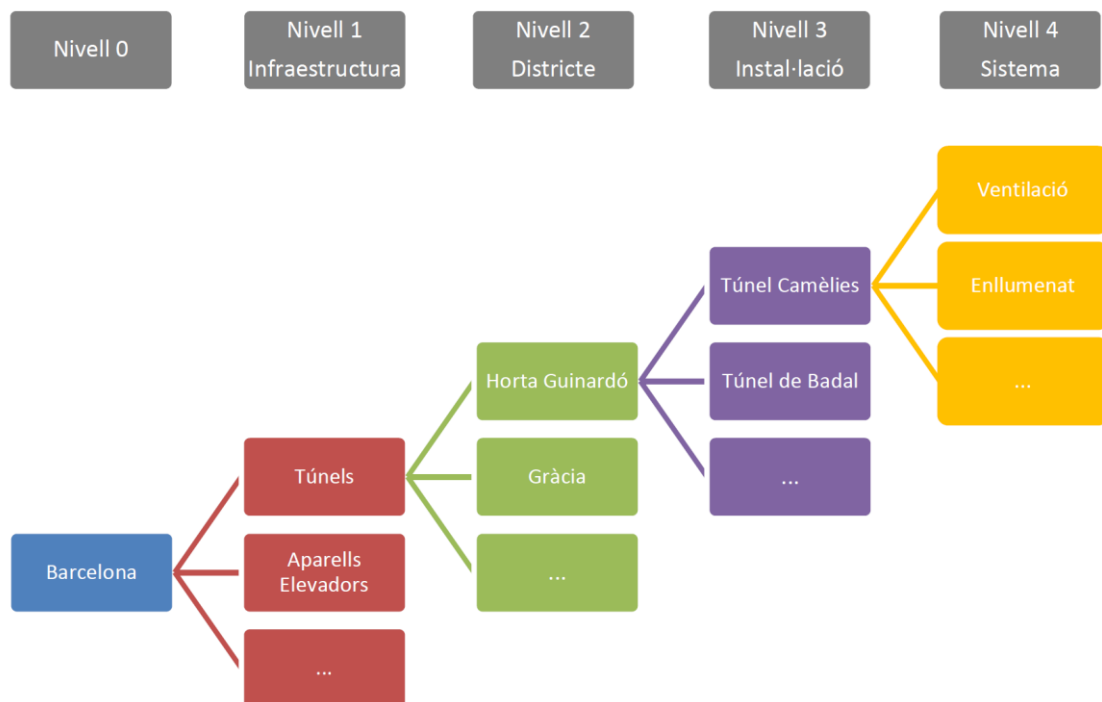
El model de planta que s'ha establert, és un model organitzat per "Infraestructura" com a primer nivell de jerarquia. D'aquesta forma es té una organització correcta per a integrar futurs sistemes dintre d'aquest projecte.

El segon de jerarquia és el “Districte” aconseguint una divisió natural dels elements que formen part dels sistemes.

Com a quart tercer nivell de jerarquia es troben les instal·lacions dels sistemes que s’han de supervisar. Per exemple al projecte de túnels més concretament, es troben els diferents túnels com a instal·lacions.

L’últim nivell de jerarquia d’àrees agrupa els sistemes a controlar per aquesta instal·lació, com podria ser ventilació, energia o enllumenat.

Un exemple de model de planta, es pot observar a la imatge següent:



Per altra banda es pot trobar una sèrie d’àrees als dos primers nivell jeràrquics anomenades “Sistema”. En aquestes àrees s’allotjaran el objectes que continguin informació d’elements de sistema de l’aplicació SCADA tant a nivell global (primer nivell jeràrquic) como a nivell personal per sistema (segon nivell jeràrquic).

Aquestes àrees estaran limitades de manera que el nombre total tingui com a màxim 28 caràcters. El màxim permès pel sistema són 32, però es reserven 4 caràcters pel cas de necessitat.

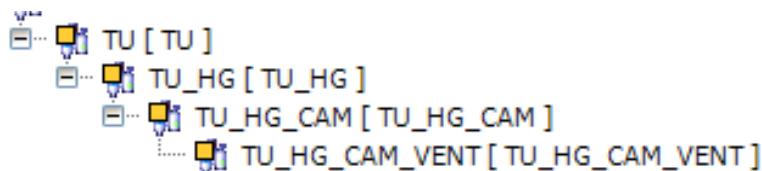
En cas de que hi hagin moltes instàncies d'objectes es recomana que els elements estiguin classificats i no tots sols. En canvi si hi ha poques instàncies es desaconsellable, pero no es prohibeix, incloure nivells extra.

No es preveu la necessitat de noves classificacions mes enllà d'aquesta jerarquia, pel que existiran restriccions a partir d'aquest nivell.

8.1.3 Nomenclatura d'instàncies d'àrea

Les nomenclatures de las instàncies d'Àrea que s'utilitzin per a crear el Model View es basaran en les nomenclatures dels elements a modelitzar.

Es concatenaran els acrònims corresponents a cada un dels nivells descrits a l'apartat anterior, separats pel caràcter “_”:

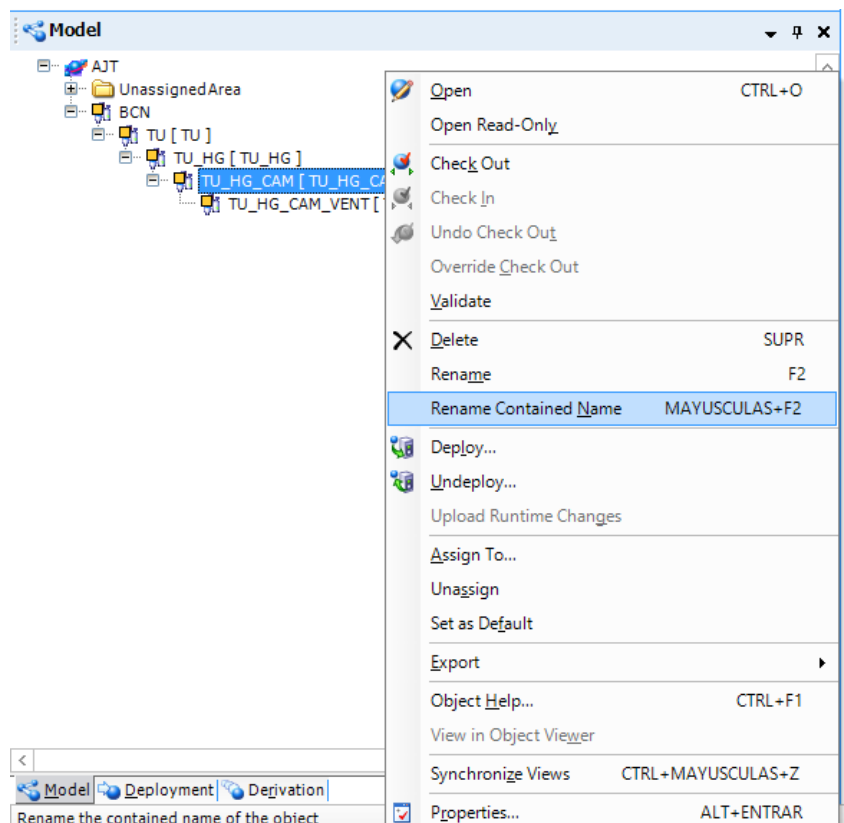


- Nivell 1: Infraestructura
Codi de infraestructura
Exemple: TU
- Nivell 2: Ubicació
Codi de infraestructura + “_” + codi de ubicació
Exemple: TU_HG
- Nivell 3: Instal·lació
Codi de infraestructura + “_” + codi de ubicació + “_” + codi de instal·lació
Exemple: TU_HG_CAM
- Nivell 4: Sistema
Codi de infraestructura + “_” + codi de ubicació + “_” + codi de instal·lació + “_” + codi de sistema
Exemple: TU_HG_CAM_VENT
- Nivell 5: Opcional 1
Codi de infraestructura + “_” + codi de ubicació + “_” + codi de instal·lació + “_” + codi de sistema + “Text Lliure1”
Exemple: TU_HG_CAM_VENT_N1
- Nivell 6: Opcional 2
Codi de infraestructura + “_” + codi de ubicació + “_” + codi de instal·lació + “_” + codi de sistema + “Text Lliure1” + “Text Lliure2”
Exemple: TU_HG_CAM_VENT_N1_NV2

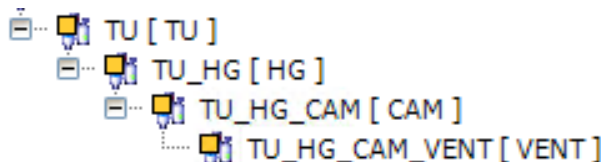
Recordem que el nombre total de las àrees estarà limitat de forma que el nombre total tingui com a màxim 28 caràcters. (Excepte excepcions acordades)

El 138eces permès pel 138ecessa són 32, pero es reserven 4 caràcters pel cas de 138ecessary138e.

Serà 138ecessary utilitzar l'opció “Rename Contained Name” de cada àrea indicant únicament el codi de l'últim nivell introduït.



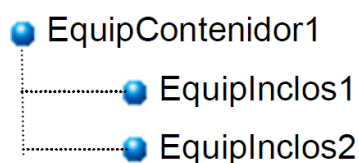
D'aquesta forma es disposarà d'un nom alternatiu i únic més curt que serà possible utilitzar.



8.1.7.3 Ús de contenció d'instàncies

A vegades un element modelat per plantilles diferents a \$Area pot contenir altres instàncies. Això s'anomena contenció.

La contenció es sol utilitzar per a modelitzar equips que tinguin les seves pròpies funcionalitats i que alhora estiguin compostes d'altres equips també modelitzats independentment.



Tot i que no està prohibida la utilització de contenció s'haurà de justificar.

8.1.8 Model de Derivació (Derivation View)

La vista derivation ens permet consultar l'arbre d'herència de les diferents plantilles, així com la plantilla a la qual pertany cada instància.

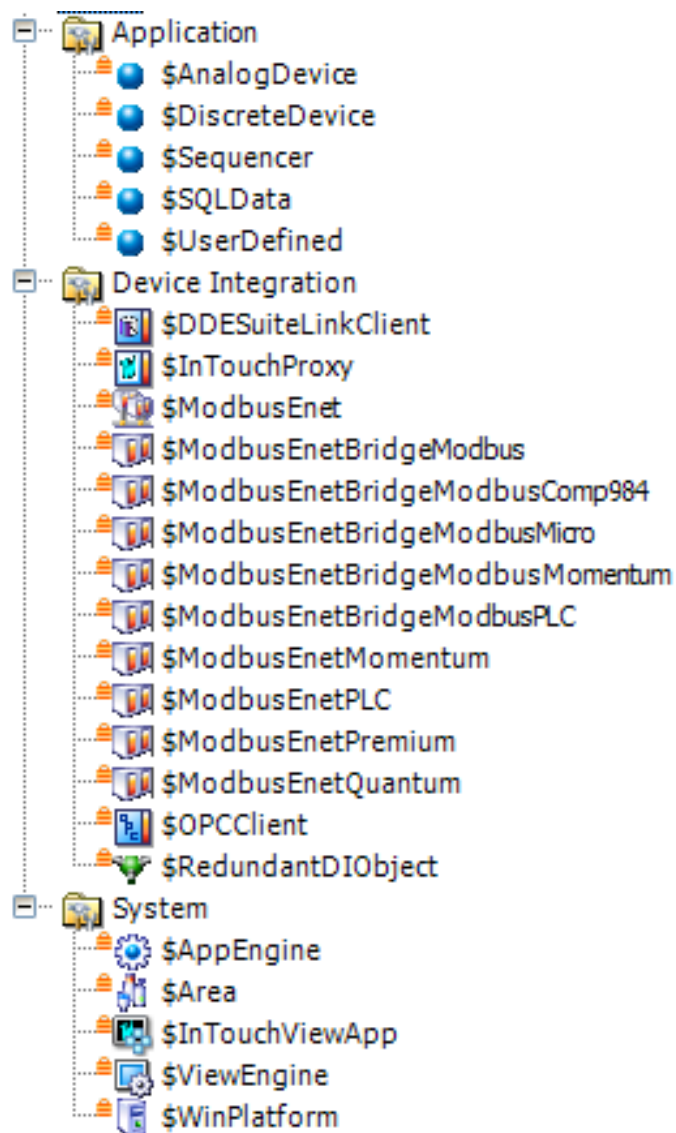
En el nivell principal trobem les plantilles base de Wonderware i sota aquestes altres plantilles derivades o objectes.

Com a norma bàsica mai s'utilitzaran directament les plantilles de Wonderware per generar instàncies.

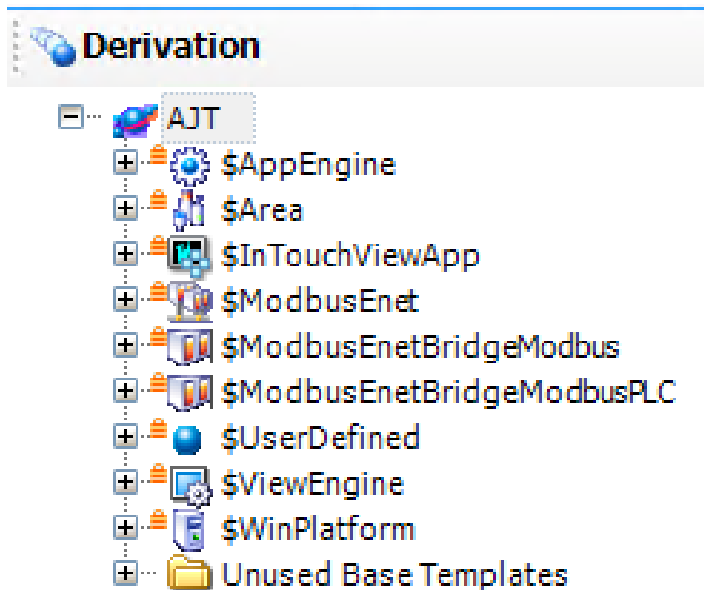
Sempre hi haurà almenys un nivell de plantilles derivades. Encara que aquestes mateixes no tinguin cap definició en el moment de la seva creació és possible que es necessiti en el futur.

Com que les plantilles base de Wonderware no permeten cap tipus de modificació aquest primer nivell ens brindarà aquesta possibilitat.

Les plantilles base de Wonderware són:



De totes aquestes plantilles es preveu tan sols la utilització de plantilles que derivin de les següents :

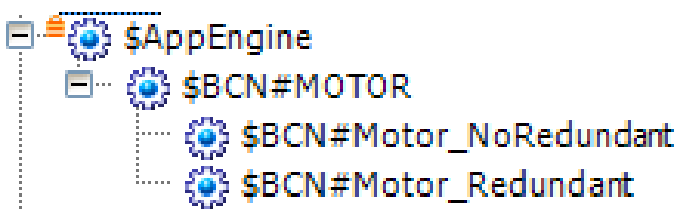


La utilització d'una plantilla derivada d'una plantilla base diferent a les exposades haurà de ser justificat i aprovat.

A mida que es vagin realitzant diferents projectes s'aniran creant noves plantilles que compleixin amb l'estàndard, tant a nivell de nomenclatures com a la resta de nivells.

8.1.8.1 Arbre d'herència de \$APPENGINE

Actualment l'arbre d'herència de la plantilla base \$AppEngine és el següent :



La plantilla \$BCN#MOTOR és una plantilla base que no conté funcionalitat excepte una UDA de versió.

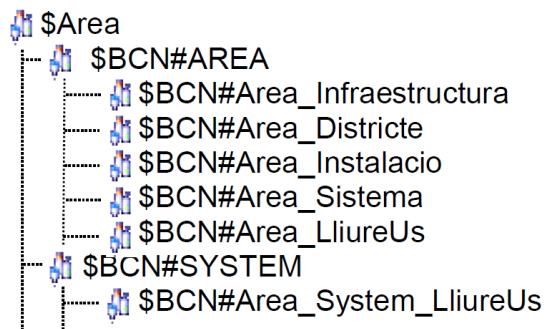
La plantilla derivada \$BCN#Motor_Redundant permet definir Engines redundants que compten amb la funcionalitat de balancejar la càrrega davant algun problema activada per defecte.

La plantilla derivada \$BCN#Motor_NoRedundant permet definir Engines no redundants, per tant, aquestes engines no podran redundar la càrrega.

8.1.8.2 Arbre d'herència de \$AREA

Els diferents nivells d'àrea s'implementen utilitzant instàncies creades a partir de diferents plantilles.

La nomenclatura del present estàndard per aquestes àrees haurien de ser:



Cap de les àrees existents a data de creació de la versió del document disposen de Scripts, UDA's o gràfics.

La utilitat d'utilitzar diferents plantilles pels diferents nivells és per temes d'identificació ràpida utilitzant el derivation view o per l'eventual necessitat de diferenciar nivells d'una manera automàtica.

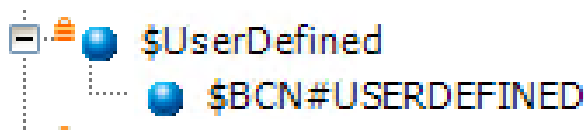
Aquesta herència podria permetre en un futur automatismes en el processat d'objectes de la galàxia diferents en funció del nivell.

Com es va comentar, sota el nivell de sistema es permetran fins a dues noves àrees que s'instanciaran o derivaran de la plantilla \$BCN#Area_LliureUs en el cas de servir per classificar elements funcionals i de \$BCN#Area_System_LliureUs en el cas de servir per classificar elements del propi sistema Wonderware.

8.1.8.3 Arbre d'herència de \$USERDEFINED

La principal plantilla de la qual deriven la major part de la resta de plantilles funcionals és \$UserDefined.

A data de redacció d'aquesta versió del present document ens trobem amb el següent arbre d'herència de \$UserDefined:



Totes les plantilles de modelat d'objectes lògics han de derivar de la plantilla \$BCN#USERDEFINED. Aquesta plantilla no contindrà gràfics, ni scripts ni cap funcionalitat, només un atribut de versió.

La idea és disposar d'un arbre de plantilles derivades que vagin estenent la funcionalitat (mitjançant nous atributs, scripts i/o gràfics). Es pretén evitar que moltes plantilles tinguin definits com a propis els mateixos elements que moltes altres plantilles.

Per evitar això es crearan plantilles que tindran el "màxim comú denominador" a moltes altres plantilles.

Típicament això passarà si es dona algun dels següents condicionants:

- Múltiples plantilles que implementen un mateix tipus d'estructura i intercanvi de dades amb sistemes de control. (PLC_NumMaquina, I_EST ...)
- Plantilles que modelen equips similars alguns amb més i altres amb menys senyals.
- Plantilles que modelen equips o entitats lògiques conceptuals que requeriran de personalització per a elements de tipus concrets.
- ...

No hi ha limitació en el nombre de nivells que són necessaris, encara que aquesta herència ha d'estar justificada.

8.1.8.4 Arbre d'herència de \$INTOUCHVIEWAPP

L'arbre d'herència de la plantilla \$InTouchViewApp és un tant particular ja que només permet un nivell. Les plantilles en aquest nivell són aplicacions InTouch independents entre si, encara que capaços qualsevol d'elles d'interactuar amb tots els elements de la galàxia.

Arribats a aquest punt es podrien seguir dues aproximacions:

- Disposar d'una única aplicació que disposi de totes i cadascuna de les pantalles de totes les infraestructures amb totes les funcionalitats que necessiti qualsevol tipus d'usuari.
- Disposar d'aplicacions absolutament independents per a cada perfil d'usuari o bé per a cada infraestructura

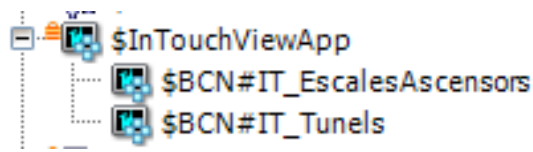
Cadascuna d'elles compta amb els seus avantatges i inconvenients, per la qual cosa es proposa un criteri màxim que maximitzi avantatges i minimitzi inconvenients per a la realitat de l'Ajuntament de Barcelona.

La idea és tenir diverses aplicacions que coincideixin amb els perfils d'usuaris existents i on en cadascuna d'elles estiguin disponibles totes les funcions que han de poder realitzar aquests usuaris.

S'intentarà minimitzar el fet que se solapin diferents pantalles en diverses aplicacions.

D'aquesta manera canvis en pantalles o funcionalitats concretes afectaran potencialment només a aquells usuaris directament relacionats amb el canvi.

En el moment de redacció d'aquesta versió del present document ens trobem amb les següents aplicacions:

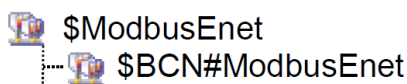


8.1.8.5 Arbre d'herència de \$MPODBUSENETP

La plantilla \$ModbusEnet permet modelar una xarxa Modbus. A data de redacció d'aquesta versió no existeix arbre d'herència per a aquesta plantilla base.



L'arbre previst serà:



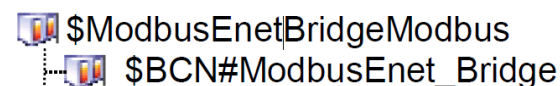
No es preveu la necessitat de que calguin més nivells addicionals, encara que si fossin necessaris es podrien derivar del darrer nivell.

8.1.8.6 Arbre d'herència de \$MODBUSENETBRIDGEMODBUS

La plantilla \$ModbusEnetBridgeModbus permet modelar un convertidor de mitjà físic i protocol ModbusRTU a Modbus Ethernet. A data de redacció d'aquesta versió no existeix arbre d'herència per a aquesta plantilla base.



L'arbre previst serà:



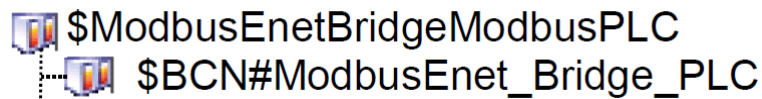
No es preveu la necessitat de necessitar més nivells addicionals, encara que si fossin necessaris es podrien derivar del darrer nivell.

8.1.8.7 Arbre d'herència de \$MODBUSENNETBRIDGEMODBUSPLC

La plantilla \$ModbusEnetBridgeModbusPLC permet modelar un equip amb comunicació modbus RTU que s'integra mitjançant un convertidor de mitjà físic i protocol ModbusRTU a Modbus Ethernet. A data de redacció d'aquesta versió no existeix arbre d'herència per a aquesta plantilla base.



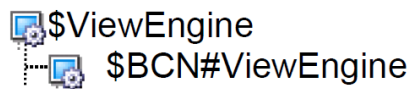
L'arbre previst serà:



No es preveu la necessitat de necessitar més nivells addicionals, encara que si fossin necessaris es podrien derivar del darrer nivell.

8.1.8.8 Arbre d'herència de \$VIEWENGINE

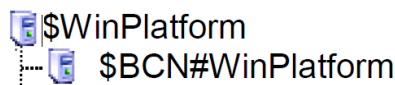
La plantilla \$ViewEngine permet modelar una engine de visualització, on s'executaran aplicacions InTouch. L'arbre previst serà:



No es preveu la necessitat de necessitar més nivells addicionals, encara que si fossin necessaris es podrien derivar del darrer nivell.

8.1.8.9 Arbre d'herència de \$ WINPLATFORM

La plantilla \$WinPlatform permet modelar un platform pertanyent a la galàxia. Recordem que un platform és qualsevol PC que executi engines d'objectes o bé aplicacions InTouch.



No es preveu la necessitat de necessitar més nivells addicionals, encara que si fossin necessaris es podrien derivar del darrer nivell.

8.1.9 Model de Desplegament (Deployment View)

La vista deployment permet especificar quines màquines físiques conformen el sistema, a més de definir on s'executen els diferents objectes.

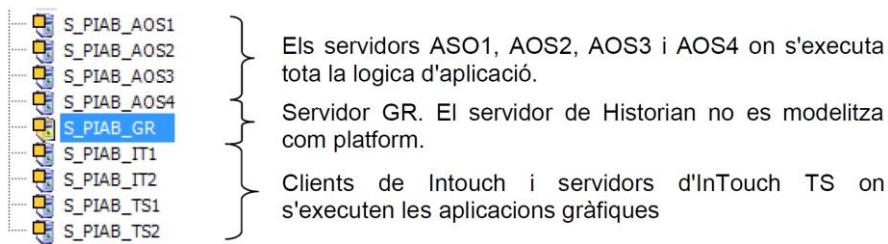
En el deployment view els objectes de nivell superior són els derivats de la plantilla \$Platform, que com hem comentat modelitza un PC.

Sota cada platform trobarem un o més objectes derivats de \$Engine o bé de \$ViewEngine, que permeten executar respectivament conjunts d'objectes o aplicacions Intouch View.

A continuació es farà una exposició de com serà el Deployment View.

8.1.9.1 Platforms

Els platforms tindran, tal com es va comentar a l'apartat de nomenclatura, el mateix nom que els PC que modelitzen. No tots els PC que componen el sistema es modelitzen a la galàxia, tan sols aquells que tenen llicència de Platform:



Una mateixa platform no pot executar objectes de 2 galàxies diferents simultàniament.

El GR no executarà cap Engine. Tal i com s'ha comentat anteriorment, per robustesa, no s'estima convenient disposar d'objectes compartits per totes les diferents instal·lacions.

Les Platforms que es comportaran com AOS purs executaran diverses Engines, encara que no ViewEngines.

Els Platforms que es comportaran com TS executaran ViewEngines i per seguretat de comunicacions probablement Engines convencionals.

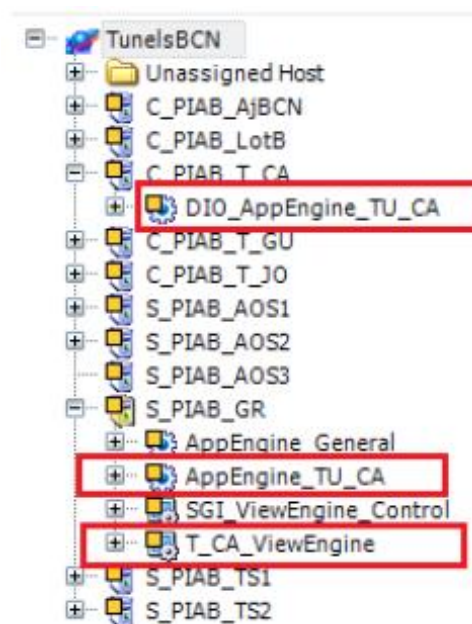
Es preveu l'existència d'un entorn de test en el qual poder provar les modificacions o nous desenvolupaments.

8.1.9.2 Engines

Tots els elements d'execució de cada Túnel han d'estar dins de l'equip (PC Industrial) de cada instal·lació. Amb aquesta configuració el sistema funcionarà de forma autònoma (en local) sense requerir la comunicació amb el sistema central en cas necessari.

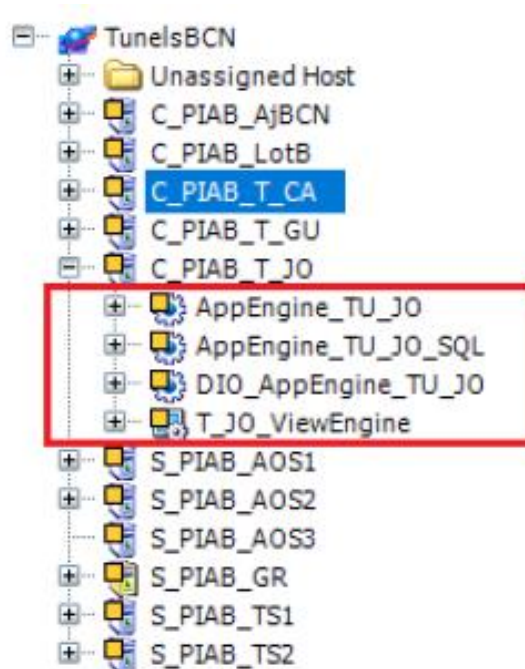
Exemple d'una configuració **NO CORRECTA**

Elements de el Túnel Camèlies, on AppEngine_TU_AC i T_CA_ViewEngine estan desplegats al servidor GR (servidor central que allotja les galàxies)



Exemple d'una configuració CORRECTA

Elements del Túnel Jordà, on tots els components estan allotjats al servidor de Jordà.



És important fer esment que és requisit indispensable que els elements AppEngine (excepte View Engine i DIO) han d'estar redundats tant en Local com a Servidor Central, de tal manera que en cas de fallida d'un d'ells el sistema pugui seguir disponible.

Com a criteri general encapsularem tots els objectes d'un mateix Àrea en una engine. Aquells equips que mostrin aplicacions InTouch executaran les engines locals als seus equips. Totes aquestes engines seran redundants, sempre que sigui possible.

El límit superior d'engines per Platform, independentment de si estan actives o no serà 14. Aquest límit no s'haurà de superar.

Un altre factor que ens determinarà si necessitem o no repartir les engines en més platforms o altres ajustos/optimitzacions serà el cicle de Scan de les Engines que eviti ScanOverruns. Qualsevol cicle de Scan superior a 2s serà considerat excessiu.

Es proposa una distribució basada en el concepte de balanceig de càrrega. Es repartiran engines principals entre els AOS segons la seva càrrega de CPU i les redundants de cadascuna en l'altre AOS. D'aquesta manera en funcionament normal tots els equips treballaran utilitzant menys recursos, i només en cas de necessitat serem exigents pel que fa al seu ús.

Cada engine tindrà un cicle de SCAN diferent i al ser possible un nombre primer per evitar que la seva execució quedi sincronitzada.

Exemples podrien ser 1555 ms, 1666 ms, 1777ms, 1900ms

Seguint aquest esquema es facilita a més la distribució d'execució entre els nuclis de les màquines.

Cada platform d'una parella redundant disposarà d'una engine de comunicacions no redundant que inclourà instàncies de DIOjects. Igualment es crearà una engine redundant que contindrà RDIO connectats als DIOjects de cadascuna de les esmentades engines estàtiques.

Les instàncies de la resta de engines es connectaran a aquests RDIO.

La idea és intentar aïllar el funcionament de diferents parts del sistema de manera que la no disponibilitat d'una banda, (per manteniment per exemple) no impliqui un mal funcionament de la resta.

8.1.9.3 View Engines

El cas de les view engines és significativament més senzill: Hi haurà una view engine en cada platform que haurà d'executar InTouch.

8.1.10 Model d'Alarmes

8.1.10.1 Estats d'Alarma

Els estats d'alarma indiquen quin tipus d'accions es poden realitzar sobre les alarmes del sistema. Les alarmes es representen amb els següents estats:

- Sense reconèixer (UNACK): Generació de l'alarma a partir de les condicions del sistema.
- Reconeguda (ACK): L'alarma segueix activa (es segueixen mantenint les condicions) però ha estat reconeguda per l'usuari.
- Retornada sense reconèixer (UNACK_RTN): L'alarma ja no està activa, però no ha estat reconeguda per part de l'usuari.
- No present en el sistema (ACK_RTN): Alarma desapareguda i reconeguda.

8.1.10.2 Colors d'Alarma per Estat

Per cadascun dels estats és necessari especificar un color que permeti distingir en quin estat de forma visual està l'alarma.

Com a norma general, els colors recomanats són:

- Alarma activa sense reconèixer (UNACK): Color vermell.
- Alarma activa reconeguda (ACK): Color groc.
- Alarma no activa sense reconèixer (UNACK_RTN): Color verd.
- Alarma reconeguda i no activa (ACK_RTN): Desapareix.

8.1.10.3 Prioritats

Les alarmes es classifiquen per nivell de prioritat. Es definiran 4 nivells d'alarma amb diferents significats de criticitat. Les alarmes de cada un d'aquests nivells podran estar alhora ordenats per subnivells.

- Severitat 1: Alarma Crítica. Alarma a causa de la detecció de perill per a persones o equips o producte. (1-249) Sempre s'aconsella reservar un rang 1 a 20 per alarmes de manteniment o sistema.
- Severitat 2: Alarma Alta. Alarma que posa en perill l'operativa automàtica del procés. (250-499)
- Severitat 3: Alarma Mitjana. Pre alarma, avaries, seguretats o similars que no posen en perill ni el procés ni la integritat d'equips o persones. (500-749)
- Severitat 4: Alarma Baixa. Esdeveniments informatius. (750-999)

A més d'aquests nivells, cada un dels quals amb un rang, hi haurà un altre rang d'alarmes que estaran reservats per a funcions transversals.

Dins de cada rang es reservaran subrangos pels diferents sistemes.

S'ha de tenir en compte que les prioritats 1 i 999 són utilitzades per part de Wonderware com a prioritats d'alarmes i esdeveniments del propi producte, per tant les categories que es creïn per aquest projecte no han de contemplar aquestes prioritats.

D'altra banda s'ha d'evitar mostrar als usuaris de l'aplicació SCADA que no ho necessitin les alarmes dels següents objectes:

- Platforms,
- Engines,
- DIOBJECTES,

Les alarmes d'aquests objectes han de ser mostrades als usuaris amb perfil mantenidor de les instal·lacions SCADA, no als usuaris explotadors de la mateixa.

8.1.10.4 Colors d'Alarma per Prioritat

A més a més, d'establir color per a cada un dels estats d'alarma, és necessari modificar els colors depenent de la severitat del tipus d'alarma. Tenint en compte aquesta premissa els colors establerts són:

Esdeveniment	Prioritat	Color fons	Color lletra	Historització
Activa (UNACK)	Alarma Severitat 1	Vermell	Negre	Si
Reconeguda (ACK)	Alarma Severitat 1	Groc	Negre	Si
Retornada (RTN)	Alarma Severitat 1	Verd	Negre	Si
Activa (UNACK)	Alarma Severitat 2	Taronja	Negre	Si
Reconeguda (ACK)	Alarma Severitat 2	Groc	Negre	Si
Retornada (RTN)	Alarma Severitat 2	Verd	Negre	Si
Activa (UNACK)	Alarma Severitat 3	Blau	Blanc	Si
Retornada (RTN)	Alarma Severitat 3	Verd Fosc	Blanc	Si
Activa (UNACK)	Alarma Severitat 4	Magenta	Blanc	No

8.1.10.5 Assignació de prioritats d'alarmes

Una vegada s'han definit els nivells, és necessari assignar cada una de les alarmes del sistema a aquestes prioritats comentades.

A continuació es mostra un exemple possible, pero dependrà de cada integració la corresponent assignació.

TIPUS	RANG		SISTEMA	SUBSISTEMA	SUBRANG		ASSIGNACIÓ
Reservades	1	20		Manteniment			13
Critica	21	249					
			Sistema 1		21	40	
				Subsistema 1.1			21
				Subsistema 1.2			22
				Subsistema 1.3			23
				Subsistema 1.4			24
				Subsistema 1.5			25
			Sistema 2		41	50	
				Subsistema 2.1			41

TIPUS	RANG		SISTEMA	SUBSISTEMA	SUBRANG		ASSIGNACIÓ
				Subsistema 2.2			42
			Sistema 3		51	60	
				Subsistema 3.1			51
			Sistema 4		61	70	
				Subsistema 4.1			61
			Sistema 5		71	80	
			Sistema 6		81	90	

TIPUS	RANG		SISTEMA	SUBSISTEMA	SUBRANG		ASSIGNACIÓ
Alta	250	499					
			Sistema 1		251	270	
				Subsistema 1.1			251
				Subsistema 1.2			252
				Subsistema 1.3			253
				Subsistema 1.4			254
				Subsistema 1.5			255
			Sistema 2		271	280	
				Subsistema 2.1			271
				Subsistema 2.2			272
			Sistema 3		281	290	
				Subsistema 3.1			281
			Sistema 4		291	300	
				Subsistema 4.1			291
			Sistema 5		301	310	
			Sistema 6		311	320	

TIPUS	RANG		SISTEMA	SUBSISTEMA	SUBRANG		ASSIGNACIÓ
Mitja	500	749					
			Sistema 1		501	520	
				Subsistema 1.1			501
				Subsistema 1.2			502
				Subsistema 1.3			503
			Subsistema 1.4			504	
				Subsistema 1.5			505
			Sistema 2		521	530	
				Subsistema 2.1			521
				Subsistema 2.2			522
			Sistema 3		531	540	
				Subsistema 3.1			531
			Sistema 4		541	550	
				Subsistema 4.1			541
			Sistema 5		551	560	
			Sistema 6		561	570	

TIPUS	RANG		SISTEMA	SUBSISTEMA	SUBRANG		ASSIGNACIÓ
Baixa	750	999					
			Sistema 1		751	570	
				Subsistema 1.1			751
				Subsistema 1.2			752
				Subsistema 1.3			753
				Subsistema 1.4			754
				Subsistema 1.5			755
			Sistema 2		771	780	
				Subsistema 2.1			771
				Subsistema 2.2			772
			Sistema 3		781	790	
				Subsistema 3.1			781
			Sistema 4		791	800	
				Subsistema 4.1			791
			Sistema 5		801	810	
		Sistema 6		811	820		

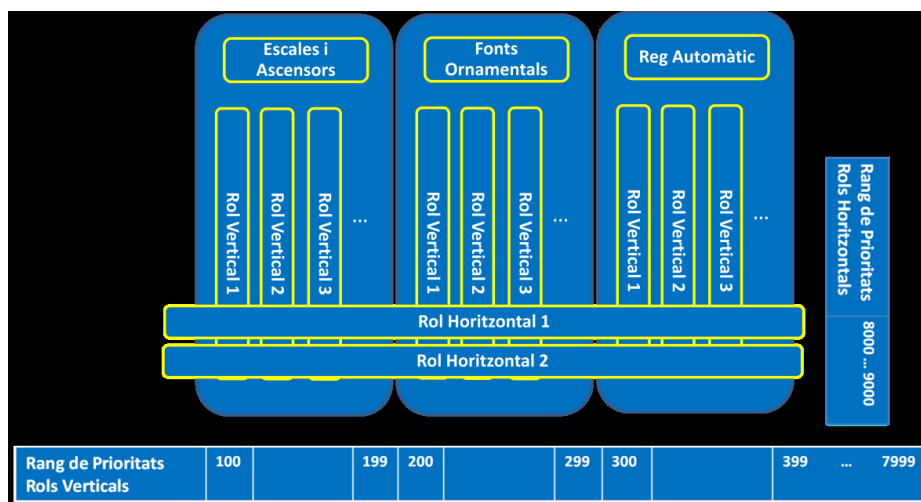
8.1.11 Model de Seguretat

La seguretat a nivell d'aplicació serà de tipus Grups d'usuaris (Wonderware OS Group Based) i els grups d'usuaris es crearan i configuraran al servidor de domini.

La nomenclatura dels grups d'usuaris haurà de seguir les directrius indicades a les documentacions que s'entregaran per tal efecte per part de l'Ajuntament de Barcelona.

El model de seguretat ha de poder definir de la forma més adient els nivells de seguretat que hi hauran al conjunt d'aplicacions que engloben no tan sols el projecte de Escales i Ascensors o Túnels, si no també qualsevol altre tipus d'infraestructura que pugui ser instal·lat a la Galàxia posteriorment.

Per aquest motiu, s'han de definir rols verticals per sistemes i rols horitzontals (súperusuaris) como mostra la següent imatge :



La taula que es pot observar a continuació, mostra el rang de prioritats que es poden utilitzar als diferents sistemes inclosos a la Galàxia de l'Ajuntament de Barcelona.

Aplicació	Descripció	Rangde prioritat entre els diferents usuaris de la aplicació
Escales i Ascensors	Instal·lacions del Projecte Escales i Ascensors	100 –199
Túnels	Instal·lacions del Projecte Túnels	200 – 299
Rols Horitzontals	Accessibilitat a totes les aplicacions	8000 –9000

8.1.12 Models d'històrics

Els històrics de qualsevol desenvolupament s'hauran de guardar en Wonderware Historian mitjançant els atributs dels objectes de la Galàxia.

De cara a minimitzar la quantitat d'espai ocupat pels registres, per a cada atribut guardat en Historian, s'haurà de tenir en compte la millor forma de historitzar-lo (banda morta en temps o valor), tal com es va descriure en el capítol 4.9.

En cas que hi hagi dades que s'utilitzin per reports i el seu processat sigui excessivament lent es generaran atributs calculats que s'historitzaran de manera que les consultes siguin més ràpides.

No es registren valors innecessaris.

8.1.12.1 BBDD Custom Made

Sempre que sigui possible s'haurà d'utilitzar historian com sistema de emmagatzemament de dades de procés, tot i que és possible que en algun moment sigui necessari disposar d'una estructura relacional de dades a mida.

Si aquest fos el cas la BBDD es crearia en la instància per defecte del SQLServer que hi ha al servidor d'Historian.

8.1.13 Redundància

Sempre que sigui possible les diferents engines que continguin instàncies d'objectes seran redundants.

La plantilla de la qual derivin aquestes engines no disposaran d'un Script que tornarà les engines a la platform per defecte en un temps prudencial després del restabliment del sistema, ja que si hi ha un balanceig de la càrrega de forma automàtica serà degut a algun problema en el sistema i per tant s'haurà de revisar quin ha estat el motiu abans de tornar la càrrega a la seva plataforma principal.

En el cas que els equips que formen la parella de platforms no es trobin en la mateixa ubicació es preveurà quin d'ells és menys propens a problemes de comunicacions amb els controladors de camp per ubicar-hi les engines principals.

8.1.13.1 Redundància de Comunicacions

Com s'ha comentat anteriorment, cada platform d'una parella redundant disposarà d'una engine de comunicacions no redundant que inclourà instàncies de DIOjects.

Igualment es crearà una engine redundant que contindrà RDIO connectats als DIOjects de cadascuna de les esmentades engines estàtiques.

Les instàncies de la resta de engines es connectaran a aquests RDIO.

8.1.14 Aplicació Gràfica

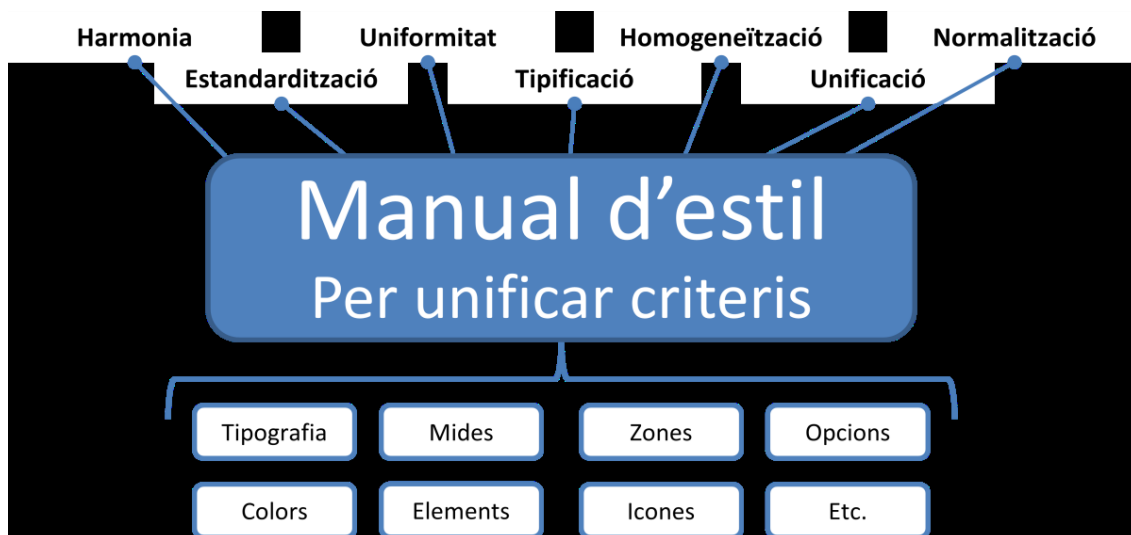
Els sistemes SCADA de supervisió i control integren els diversos subsistemes de control que conformen les instal·lacions.

L'organització del sistema SCADA s'ha de realitzar en base a dues topologies complementàries, una part física on es defineix la localització geogràfica de les instal·lacions a la ciutat i una altra part lògica, on es defineix els diferents sistemes que componen la instal·lació.

A continuació s'exposen diverses consideracions relacionades amb les aplicacions gràfiques per a l'Ajuntament de Barcelona. Complementa i contextualitza el que explícitament s'ha indicat a l'apartat 8.2 a nivell d'interfície d'usuari explícitament per l'àmbit concret de túnels.

8.1.14.1 Definició de criteris de disseny

Per la definició dels criteris pel disseny s'han tingut en compte certs aspectes com:



8.1.14.2 Resolució

L'aplicació InTouch es pot crear amb diferents tipus de resolució en funció dels dispositius a través dels quals es visualitzarà l'aplicació. L'ús d'una resolució o una altre no és tan rellevant a l'actual entorn perquè el desenvolupament proposat d'objectes permet una gran flexibilitat d'adaptació.

En tot cas, s'ha especificat una resolució "per defecte" de 1920 x 1080.

8.1.14.3 Nomenclatura d'elements

Les aplicacions InTouch poden comptar amb múltiples elements lògics diferents de plantilles, instàncies i gràfics que serà necessari anomenar.

A continuació s'exposen les nomenclatures requerides.

8.1.14.3.1 Finestres

Per evitar possibles problemàtiques futures a l'hora d'importar finestres d'altres aplicacions gràfiques, la nomenclatura de les finestres seguirà la següent regla, <Nom del sistema>_<Nom de la finestra>.

Per exemple, "TU_Menu".

8.1.14.3.2 Tags

Com a norma general es minimitzarà l'ús de Tags de InTouch. Donada la poca quantitat de tags utilitzats i que aquests són en majoria globals a l'aplicació, es considera un ús lliure dels mateixos.

L'única condició és evitar que tags, amb el mateix nom per a funcionalitats diferents en diferents aplicacions.

Igualment es tractarà d'evitar tags amb noms diferents per a funcionalitats en diferents aplicacions.

Si a l'aplicació InTouch, s'utilitzen tags propis d'InTouch, aquests han de seguir la mateixa regla de nomenclatura que les finestres. Per Exemple "TU_TagDiscret".

8.1.14.3.3 Scripts

De la mateixa forma que els tags, si són creats dintre de l'aplicació InTouch, aquests hauran de seguir la regla de nomenclatura establerta per les finestres. Per Exemple "TU_ScriptCalcul".

8.1.14.4 Imatges, colors i altres elements gràfics

Qualsevol gràfic o pantalla es realitzarà aprofitant elements gràfics existents com a guia de colors.

Qualsevol imatge utilitzada haurà d'entregar-se juntament amb la documentació As-Built. Es valorarà positivament l'entrega del document editable que originàriament va ser utilitzat per a crear gràfics, especialment aquells que siguin tridimensionals.

L'aplicació gràfica utilitzada per supervisar i controlar el sistema serà Wonderware InTouch i haurà d'estar creada com un objecte dintre de la Galàxia.

La relació d'aspecte de la aplicació gràfica serà de 16:9, degut a que aquesta relació d'aspecte és la més utilitzada en pantalles d'escriptori i amb una resolució de 1920 x 1080.

L'aplicació gràfica no es realitzarà en funció de la resolució de les pantalles client, si no amb la relació d'aspecte mencionada.

S'ha de contemplar l'opció de realitzar dos tipus d'aplicació InTouch diferents:

- Aplicacions InTouch per a ser executades en un servidor tipus Remote Desktop Services.

Degut a que existeixen possibles elements funcionals que possiblement no funcionen en Remote Desktop Services.

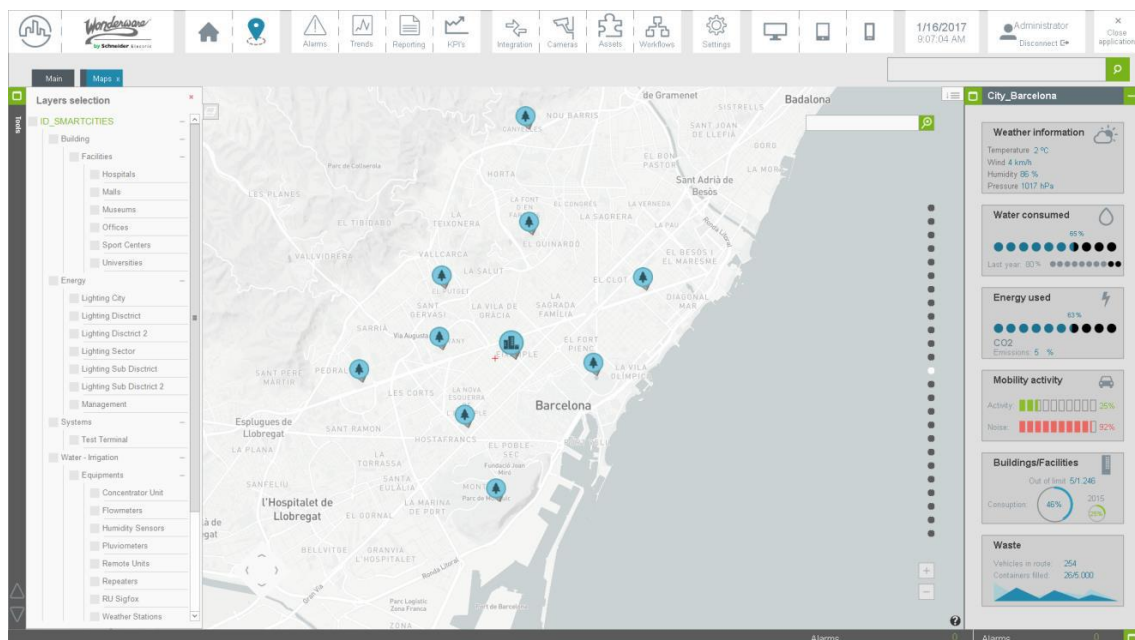
- Aplicacions InTouch per a ser executades en servidors estàndards, sense la possibilitat de connexions remotes.

Com a normativa de l'Ajuntament de Barcelona, l'aspecte gràfic de l'aplicació InTouch haurà de seguir les pautes establertes per la ASMC (Abnormal Situation Management Consortium) en gestió de situacions anormals dintre d'aplicacions HMI.

8.1.14.5 Estructura de l'Aplicació

La pantalla general de l'aplicació de visualització ha de constar de les següents seccions:

- 1- Menú de navegació amb ràpid accés a les diferents seccions de l'aplicació.
- 2- Navegació en un sistema GIS per la ciutat de Barcelona on estaran posicionats totes les instal·lacions de les diferents infraestructures dins la ciutat.

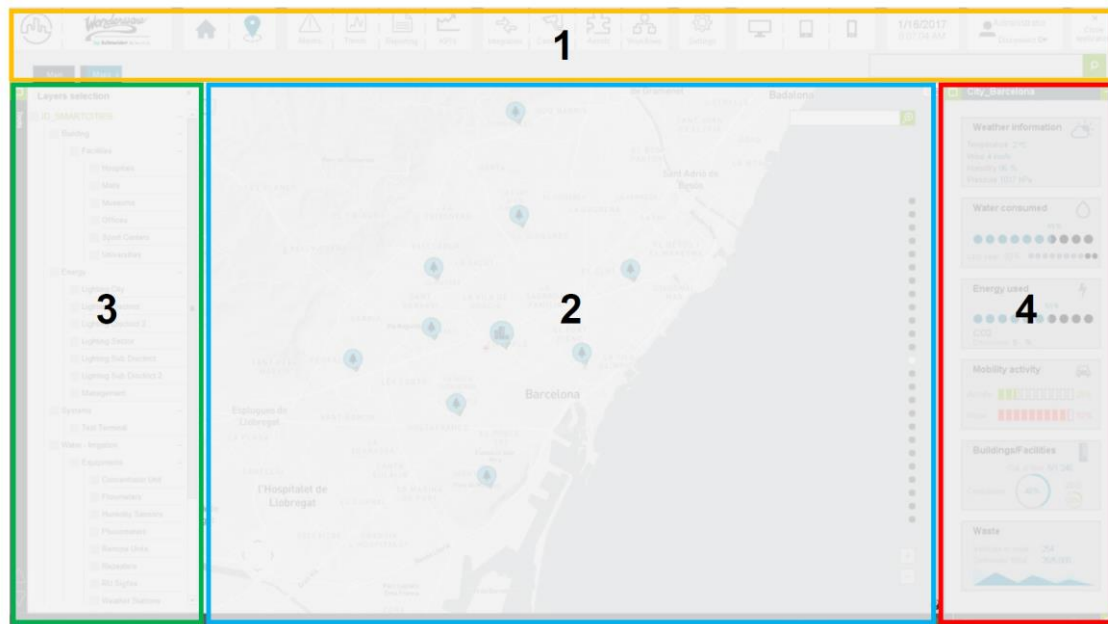


Totes i cadascuna de les instal·lacions dels sistemes que es visualitzin al mapa, han de tenir un codi d'estats, i s'haurà de poder obrir la pantalla detall de la instal·lació pitjant sobre l'icona del mateixa al mapa.

De la mateixa forma s'ha de poder visualitzar la informació per capes i aquestes s'han de poder habilitar i deshabilitar. Addicionalment no tots els usuaris tindran accés a totes les capes.

- 3- Arbore de navegació a les pantalles de qualsevol instal·lació de forma directa.
- 4- Zona de visualització de la informació contextualitzada de les instal·lacions. Estats de funcionament, manteniment, alarmes, etc. Amb la possibilitat de navegar de forma directa a la pantalla la instal·lació en concret.

La distribució dels elements a la pantalla general haurà de tenir el següent aspecte.



8.1.14.6 Menú de navegació

El menú de navegació es trobarà localitzat a la part superior de l'aplicació i haurà de ser accessible des de qualsevol punt de la mateixa.

Estarà compostat per icones representatives de les pantalles principals de l'aplicació HMI.

8.1.14.7 Pantalla de Navegació GIS

La pantalla de navegació tindrà posicionades totes les instal·lacions d'una infraestructura i en funció del nivell de zoom es mostrarà més elements associats a la instal·lació.

Totes i cadascuna de les instal·lacions que es visualitzin en el mapa, han de tenir un codi d'estats, i s'haurà de poder obrir la pantalla detall de la instal·lació pitjant sobre l'icona de la mateixa.

A la part dreta de la pantalla es trobarà la informació contextualitzada de les instal·lacions. Estats de funcionament, manteniment, alarmes, etc. Amb la possibilitat de navegar de forma directa a la pantalla detall de la mateixa.

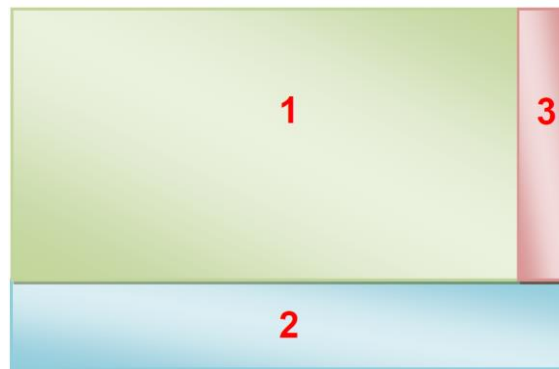
8.1.14.8 Pantalla detall de la instal·lació

La pantalla detall de la instal·lació ha de constar de les següents seccions:

1- Secció principal amb imatge de la situació geogràfica de la instal·lació i representació de la mateixa amb l'estat actual dels possibles sistemes (il·luminació, bombeig, filtració, controlador de reg, etc.) i configuració actual de l'horari dels sistemes.

2- Secció de valors actuals de consum elèctric, humitat, temperatura de sales de manteniment si escau, a més de valors dels sensors de nivell, anemòmetre, pluviòmetre, lluminositat, etc.

3- Secció desplegable per navegar a les pantalles d'alarmes, històrics, configuració d'horaris dels sistemes i esquemes de cablejat d'il·luminació, bombeig, etc.



S'ha de tenir en compte, que des d'aquesta pantalla es podrà accedir a les pantalles de detall de tots els elements que conformin la instal·lació (bombes, anemòmetres, pluviòmetres, extractors, enllumenat, comptadors, electrovàlvules, etc.) per supervisar-los, controlar-los i configurar-los remotament.

La pantalla detall dels elements haurà de seguir la següent distribució d'informació a mostrar.



Tant les pantalles de la instal·lació com les de detall es dissenyaran conjuntament amb l'Ajuntament de Barcelona en el moment de fer un nou projecte d'integració d'una nova infraestructura i aquestes estaran definides al funcional específic de la infraestructura a integrar.

8.1.14.9 Pantalla Gestió d'Alarmes i Esdeveniments

Hi haurà una pantalla de gestió d'alarmes i esdeveniments general, a on es podrà realitzar filtres per empreses mantenedores, sistemes, districte i per instal·lació.

Cadascuna de les prioritats d'alarmes establertes, tindrà el seu color identificatiu que no podrà ser utilitzat en cap altre element de l'aplicació InTouch a no ser que es trobi amb alguna categoria d'alarma activa.

Aquest color es mostra a continuació per a cadascun de les categories d'alarmes.

Categoria d'Alarma	Prioritat Inferior	Prioritat Superior	Color
Crítica	2	249	Vermell
Greu	250	499	Taronja
Avis	500	749	Groc
Informativa	750	998	Magenta

Quan les alarmes siguin reconegudes, hauran de tornar-se sense color identificatiu.

8.1.14.10 Pantalla d'estat de la solució

L'aplicació de visualització ha de tenir una pantalla a on es mostri l'estat actual de tots el servidors que formen part de la solució System Platform i de totes les comunicacions amb els PLC a mode d'anàlisi de l'estat del sistema per a poder identificar ràpidament qualsevol tipus de problemàtica.

8.1.14.11 Gràfiques de Tendències

Hi hauran gràfiques de tendències que mostraran els elements sensorials i de consum per a cadascuna de les instal·lacions.

Cada element que es visualitzi en una gràfica de tendència haurà de ser escalat correctament de forma automàtica i serà necessari poder visualitzar si s'escau des del temps actual fins als històrics desitjats.

8.1.14.12 Multilinguatge

L'aplicació gràfica a de contemplar l'opció de canviar el llenguatge de tots els seus texts en runtime per a poder donar servei a les necessitats concretes dels diferents usuaris que pugin utilitzar-la.

Com ha llenguatges disponibles se'n crearan 3:

- Català (per defecte)
- Castellà
- Anglès

8.1.14.13 *Altres aspectes gràfics*

No està permès l'ús de logotips de les empreses desenvolupadores de l'aplicació o realitzadores del projecte dintre de l'aplicació gràfica. No serà permès mostrar cap referència dintre de pantalles, fitxes d'equips, informes, etc.

8.1.15 Elements no-Wonderware Custom-made

Hi ha vegades que cal implementar funcionalitats que requereixin algun tipus d'element "Custom Made" que interactui amb el sistema Wonderware. Aquests elements solen ser llibreries de funcions, bases de dades o qualsevol altre tipus de suport de dades a mida, controls gràfics amb funcions pre-implementades, etc.

Com a norma general s'intentarà evitar l'ús de mòduls "Custom Made", encara que no es prohibeixen. Tots els mòduls extra que s'implantin a la solució, han de ser prèviament aprovats per l'Ajuntament de Barcelona.

Si durant el desenvolupament s'han creat mòduls extra que no formin part de les funcionalitats donades per Wonderware o la funcionalitat no s'ha pogut crear dins de l'entorn Wonderware, és d'obligat compliment el lliurament del codi font dels mateixos i la documentació que els expliqui tècnicament. Es prescriu que la creació d'elements nous i/o la modificació dels ja existents es realitzin sempre des d'Archestra IDE. No obstant això, en cas de requerir desenvolupaments a mida per aportar funcionalitats o elements no suportats per la solució estàndard de Archestra IDE es podran realitzar desenvolupaments amb eines a part, com per exemple GAccess. En aquest cas cal seguir el següent procediment:

- Justificar davant l'equip de l'Ajuntament de Barcelona la necessitat de fer un desenvolupament utilitzant una eina externa.
- En cas de ser acceptat el desenvolupament, un cop desenvolupat, s'haurà de lliurar tota la documentació necessària i codi font per poder modificar-lo en un futur.

Entren dintre d'aquesta tipificació de mòduls extra, els següents:

- Llibreries de funcions .NET
- Controls .NET
- Altres llibreries
- Components ActiveX.
- BBDD personalitzades.
- Reports
- Qualsevol component realitzat a mida.

A continuació s'establiran diferents consideracions concretes relatives a cadascun d'aquests tipus d'elements.

8.1.15.1 Llibreries .NET

Sempre que sigui possible s'intentarà evitar l'ús de llibreries de funció externes si aquestes no són del Framework de Microsoft, això vol dir desenvolupades a mida. En cas que sigui imprescindible el seu ús s'ha de documentar.

El llenguatge de scripting QuickScript.Net present tant en plantilles d'objectes com en Orchestra Graphics permet la implementació de funcionalitats avançades. A més és possible extendre les possibilitats amb les classes presents en el Framework de Microsoft.

Així mateix és possible utilitzar AppDomains per compartir instàncies .NET entre els objectes d'una cerca o bé entre qualsevol control d'una mateixa aplicació InTouch.

Raons que justificaran l'ús de llibreries seran la necessitat de classes estructurades, algorismes que fan múltiples consultes i insercions en bases de dades o càlculs complexos en funció d'aquests dades.

Es tractarà d'evitar l'ús de referències entre llibreries per evitar problemes donada la necessitat d'actualització.

L'Ajuntament de Barcelona es reserva el dret de validar o proposar canvis en l'estructura del codi font.

El llenguatge en el qual han d'estar programades serà Visual Basic.Net o bé Visual C# .Net. Donades les similituds entre QuickScript.Net i Visual Basic .Net es suggereix l'ús de Visual Basic.NET.

El nom de la llibreria i el seu espai de noms es consensuarà amb l'Ajuntament de Barcelona en cas de necessitat.

Només s'exposaran com públiques classes, mètodes/funcions, esdeveniments i propietats que potencialment es vagin a utilitzar des de l'exterior.

Com a mínim, les capçaleres de cada un d'aquests elements haurà de disposar de comentaris suficients per facilitar la comprensió. (No es demana una hiper-documentació, ja que s'entén que qui vagi a reutilitzar o modificar aquest codi estarà prou preparat per a això.)

Les llibreries es compilaran per a qualsevol CPU i en mode "Release". Les llibreries comptaran amb la possibilitat d'habilitar el registrar logs al logger de Wonderware per temes de diagnòstic. L'Ajuntament de Barcelona proporcionarà la llibreria per tal funcionalitat en cas de necessitat.

Si són del Framework de Microsoft s'ha de documentar la versió del mateix. Si són llibreries de tercers o fetes a mida es procurarà disposar del codi font.

El codi font s'haurà de poder compilar amb una versió de Visual Studio Express Edition igual o posterior a VS10.

No es permetrà l'ús de llibreries de tercers que hagin de ser llicenciades independentment.

8.1.15.2 Controls .NET

Els controls gràfics .NET seguiran directrius similars a les de les llibrerías.NET ja que també es troben "empaquetats" en llibreries.

8.1.15.3 Altres Llibreries

Com a norma general s'evitarà l'ús de llibreries de funcions COM (.DLL, .EXE, .OCX) o llibreries específiques per InTouch l'origen de les quals no sigui Wonderware o Microsoft.

Sí que es consideren acceptables llibreries de InTouch de Wonderware que no s'inclouen amb la instal·lació per defecte, com ara CursorFN.dll i altres similars, sempre que no hi hagi alternatives més modernes raonables.

El backup de la versió adequada d'aquestes llibreries, l'ús de les mateixes, així com els passos necessaris per a la seva instal·lació seran lliurats juntament amb la documentació As-Built.

8.1.15.4 Controls ActiveX

Com a norma general s'evitarà l'ús de llibreries de funcions COM (.DLL, .EXE, .OCX) que comptin amb controls ActiveX l'origen de les quals no sigui Wonderware o Microsoft.

Sí que es consideren acceptables controls ActiveX de InTouch de Wonderware que no s'inclouen amb la instal·lació per defecte, encara que només en cas d'inexistència d'alternatives amb tecnologies més modernes.

El backup de la versió adequada d'aquests controls, l'ús de les mateixes, així com els passos necessaris per a la seva instal·lació seran lliurats juntament amb la documentació As-Built.

8.1.15.5 Bases de Dades no-Wonderware

Sempre que sigui possible es tractarà d'evitar l'ús de bases de dades a mida. Si hi ha raons suficients per al seu ús s'acceptaran bases de dades fetes a mida. Aquest tipus de raons podrien ser, entre d'altres:

- Estructures de dades relacionals a registrar
- Integracions amb altres sistemes
- Emmagatzematge de múltiples variables d'una manera diferent a la prevista per Historian o la base dades d'alarmes / esdeveniments, etc.
- Consolidacions de dades requerides per reporting
- Etc.

El sistema gestor de bases de dades a utilitzar en aquests casos serà SQLServer. (Altres alternatives s'estudiaran, tot i que és difícil que s'acceptin).

S'utilitzarà SQLServer de la mateixa versió exacta que l'utilitzat per GR, BBDD d'Alarmes o Historian. (Això inclou idioma, versió, SP, patches, etc.). Sempre que sigui possible s'evitarà l'ús

d'edicions Express, donades les seves limitacions pel que fa a creixement, recursos utilitzables, etc.

L'Ajuntament de Barcelona es reserva el dret de validar o proposar canvis en l'estructura de la base de dades a crear.

Les bases de dades específiques es trobaran a la instància per defecte de SQLServer. Caldrà assegurar que el servidor que serveix aquestes bases de dades disposa de suficients recursos i que la presència d'aquestes bases de dades no afecta a altres eventuais mòduls Wonderware que hi hagués prèviament instal·lats.

No es permetrà la creació de taules o vistes de tercers a les bases de dades dels productes Wonderware (Runtime, Holding, A2LMDB, etc.).

Si és necessària la creació de les mateixes, aquestes s'ubicaran en una BBDD personalitzada dins de la instància del servidor SQLServer que contingui la BBDD de Wonderware Historian.

Sempre que sigui possible es tindran en compte consideracions de disseny que permetin purgues de dades antigues, així com reinserció de dades antigues. (Camps de data en les taules si escau, evitar l'ús de claus autonumèriques).

Serà necessari un backup de la base de dades, documentació explicativa de les diferents taules i camps de les mateixes, vistes, procediments emmagatzemats, índexs, triggers, etc.

8.1.15.6 Reports

Sempre que sigui possible els reports es generaran utilitzant qualsevol tecnologia suportada o proveïda per Wonderware, sent recomanable l'ús de Wonderware Historian Client o SQLServer Reporting Services.

Per informes avançats per Business Intelligence s'utilitzarà l'eina Wonderware Intelligence.

En el cas de realitzar informes amb Reporting Services, a part dels arxius *.RDL serà necessari el projecte de Visual Studio on estiguin definits els informes. Es proposa evitar la definició de Data Sources específics en cada report en comptes de shared datasources globals. D'aquesta manera és possible canviar la connexió als orígens de dades de tots els reports alhora en cas de necessitat.

8.1.15.7 Altres Arxius

Qualsevol altre arxiu que es pretengui utilitzar com a necessari pel correcte funcionament del sistema haurà de ser aprovat per l'Ajuntament de Barcelona. Això inclou arxius XML, txt, csv, etc.

Sempre que sigui possible s'hauran d'utilitzar les llibreries disponibles a l'ArchestralIDE. No obstant, en cas de ser necessari incloure alguna llibreria externa realitzada Ad-Hoc serà necessari seguir el següent procés:

- Justificar davant l'equip de l'Ajuntament de Barcelona la necessitat de desenvolupament d'una nova llibreria.

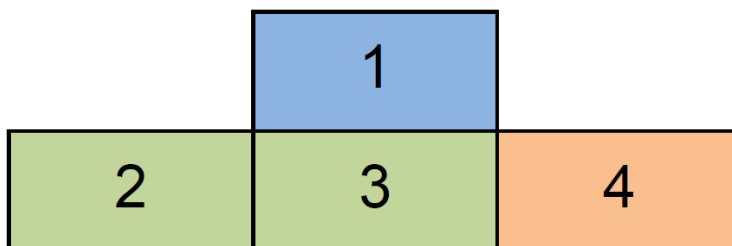
- En cas de ser acceptat el desenvolupament, un cop desenvolupat, s'haurà de lliurar tota la documentació necessària així com el codi font per poder modificar-la en un futur.

Caldrà lliurar una còpia de seguretat de les mateixes, així com una explicació de com utilitzar-les, com editar-les i a on ubicar-les perquè el sistema funcioni adequadament.

8.2 Requisits funcionals – túnels de ciutat

8.2.1 Interfície d'usuari

L'aplicació gràfica d'operació amb túnels estarà desenvolupada amb Wonderware InTouch. Cada lloc d'operador disposarà de 4 monitors amb resolució mínima full hd (1920x1080) amb la següent disposició.



El contingut/finalitat de les diferents pantalles és:

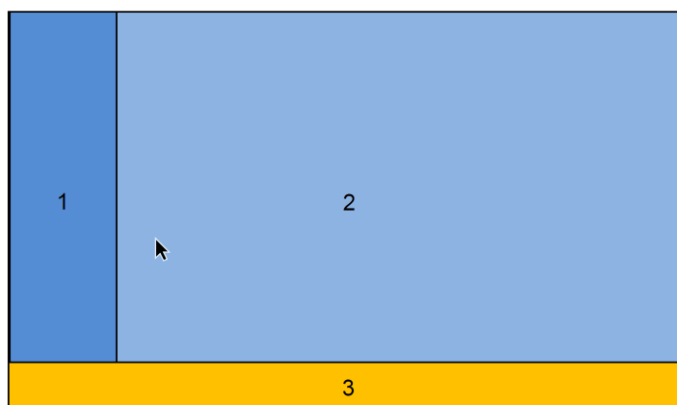
Pantalla 1: Estat general de tots els túnels sobre un mapa de la ciutat. Es pot veure on estan els túnels i el seu estat. També es visualitzen les alarmes i KPIs generals de ciutat. En seleccionar un túnel aquest s'obre en la pantalla 2 o 3.

Pantalles 2-3: Pantalles d'operació del túnel. L'operador operarà amb el túnel i els seus elements a través d'aquestes dues pantalles. El funcionament de les dues pantalles és el mateix. Es disposen 2 pantalles per a donar-li flexibilitat a l'operador.

Pantalla 4: Carrusel de les càmeres de vídeo.

8.2.2 Navegació

8.2.2.1 Layout pantalla 1



1. Arbore de navegació / capes: En aquest panell apareix l'arbre de navegació de l'aplicació, el llistat de túnels per a un accés directe, gestió de les diferents capes del mapa GIS, etc. les configuracions només apliquen al mapa d'aquesta pantalla. Aquest panell per defecte no és visible; a la part esquerra apareixerà un petit quadrat que al prémer obrirà el panell.

2. Mapa ciutat: Sistema GIS amb la representació de tots els túnels de la ciutat. Es podrà veure la seva ubicació i longitud així com el seu estat i possibles alarmes. Al prémer sobre un túnel aquest s'obrirà en la pantalla 3. El zoom estarà limitat, ja que la seva finalitat és tenir una visió general dels túnels. Per defecte, l'àrea 2 ocupa també l'espai 1.

3. Alarmes: Alarmes del conjunt de túnels.

8.2.2.2 Layout pantalles 2-3



1. Barra superior: Botons d'accés als diferents apartats de l'aplicació. En aquesta barra també es mostra la data i hora així com l'usuari. Al prémer qualsevol dels botons superiors s'obrirà una pantalla amb contingut que ocuparà les àrees 2, 3 i 4. Els botons disponibles a la part superior són:

- Càmeres / Gestió de vídeo
- Alarmes
- Gestió plans automàtics
- Informes
- Pals SOS
- Megafonia

2. Arbre de navegació / capes: En aquest panell apareix l'arbre de navegació de l'aplicació, el llistat de túnels per a un accés directe, gestió de les diferents capes del mapa GIS, etc. les configuracions només apliquen al mapa d'aquesta pantalla. Al seleccionar un túnel aquest es centrarà en el mapa GIS. Aquest panell per defecte no és visible, an la part esquerra apareixerà un petit quadrat que al prémer s'obrirà el panell.

3. Mapa ciutat: Sistema GIS amb la representació de tots els túnels de la ciutat i tots els elements dels túnels geoposicionats amb el seu corresponent estat. Al prémer sobre qualsevol element s'obrirà el 'faceplate' de gestió de l'element. Al prémer sobre el túnel es visualitzarà el túnel a una pantalla del SCADA amb tots els seus elements per a la seva explotació. Per defecte, l'àrea 3 també ocupa els espais 2 i 4.

4. Informació contextual: En aquest panell es mostraran els possibles plans a poder ser executats en el túnel seleccionat així com els passos executats i pendents i percentatge

d'execució d'un pla. Aquest panell per defecte no és visible; a la part dreta apareixerà un petit quadrat que al premer s'obrirà el panell.

5. Alarmes: Alarmes del túnel seleccionat.

6. KPIs: Dades importants per a l'explotació del túnel. Aquestes dades faran referència al túnel seleccionat o al conjunt de túnels de la ciutat en funció d'on es trobi l'operador navegant (nivell de ciutat o túnel).

8.2.2.3 Layout pantalla 4

En aquesta pantalla es mostrarà un carrusel de les CCTV dels diferents túnels.

8.2.3 Cromatisme

A continuació, es detallen els estils creats per l'aplicació i que s'entenen com a predefinits. No obstant, i en especial per els casos en els que es requereixi s'adaptarà la gama cromàtica a la identitat corporativa. Es podrà canviar, mantenint sempre la coherència i la jerarquia que es descriu a continuació.

Durant el desenvolupament de l'aplicació, s'han detectat diferents elements que s'han de diferenciar degut a la seva disposició a la pantalla, ja que aquests estan dissenyats de manera que no només no crein problemes de saturació cognitiva per a l'operari, sinó que, a més faciliti de forma ràpida i clara la identificació de quins són els elements a què haurà de prestar especial atenció.

Els elements són els següents:

- Logos i Navegacions
- Capçalera
- Sidebar Esquerre
- Main Content
- Sidebar Dret
- Widgets sidebar Dret

Pel que fa al contrast entre els elements, es recomana seguir les pautes d'accessibilitat per contingut web (Contrastos) (WCAG 2.0 Contrast Understanding) i sempre que es realitzi un canvi cromàtic, es recomana validar els nous valors assignats.

Finalment, i com es comentarà més endavant molts dels elements que permeten interactuar amb el contingut es diferenciarien entre si per si són: d'acció directa sobre el contingut, accions que modifiquen l'estructura, o elements que es troben en estats actius.

8.2.3.1 Capçalera

La capçalera és l'espai reservat pels logotips, navegacions i la sub-capçalera (pestanyes de l'aplicació i cercador). Sempre que es realitzi un canvi de color a la capçalera, s'ha de tenir en compte que la gamma de color ha de ser neutra, i que en cap cas s'afegeixen colors dràstics o cridaners, ja que l'única funció de la capçalera és contextualitzar el seu contingut dins de l'aplicació.

8.2.3.2 Logos i navegacions

Els logos i les navegacions, són elements que no han de destacar per sobre de la informació amb la qual l'operari interactuarà, i aquests han de compartir i mantenir el mateix estil durant el flux de navegació de l'aplicació.

Mentre que les icones interiors poden canviar de color segons la seva interacció, els contenidors s'han de mantenir amb el color per omissió. En el cas en què el color de fons de la

capçalera impedeixi que hi hagi un contrast notable, s'afegirà una vora de "1pt" a cadascun dels contenidors.

8.2.3.3 Sidebar Esquerra

El sidebar esquerre pot tenir dues aplicacions diferents. Mentre que una d'elles seria compartir el color amb la capçalera, una altra més precisa (i recomanada) és aplicar un color amb una tonalitat més fosca, el qual ajudarà a diferenciar el sidebar dels altres elements de l'estructura, a causa que, a diferència dels altres elements, el seu contingut estarà format per la navegació contextual.

El sidebar s'ha de treballar independentment del color del bloc superior pel títol i pel botó de "collapse". Cal recordar que tots els elements compartits han de mantenir una coherència gràfica i han d'estar alineats visual i jeràrquicament.

8.2.3.4 Main Content

Es recomana que el contingut principal es mantingui sense canvis de color, ja que és on es troben els elements de més interès per a l'operari i per aquest motiu ha de mantenir la major proporció de contrast possible. En aquesta pantalla és on es mostraran les severitats i els elements emergents, els quals han de ser fàcilment identificables.

8.2.3.5 Sidebar Dret

Aquest element ha de contenir els widgets (elements contextuais) de l'aplicació. Per a una major identificació i/o integració amb el contingut principal, el color de fons anirà en concordança.

8.2.3.6 Gamma Cromàtica

A la següent taula s'identifiquen i especifiquen els colors i la seva utilitat..

Element Style	Descripció	Color RGB	
User_defined_001	Fons sidebar esquerra	247 / 247 / 247	
User_defined_002	Botones + Canvis estructura + Ratolífocus	128 / 128 / 135	
User_defined_003	Elements actius	35 / 166 / 196	
User_defined_004	Fons sidebar dret	247 / 247 / 247	

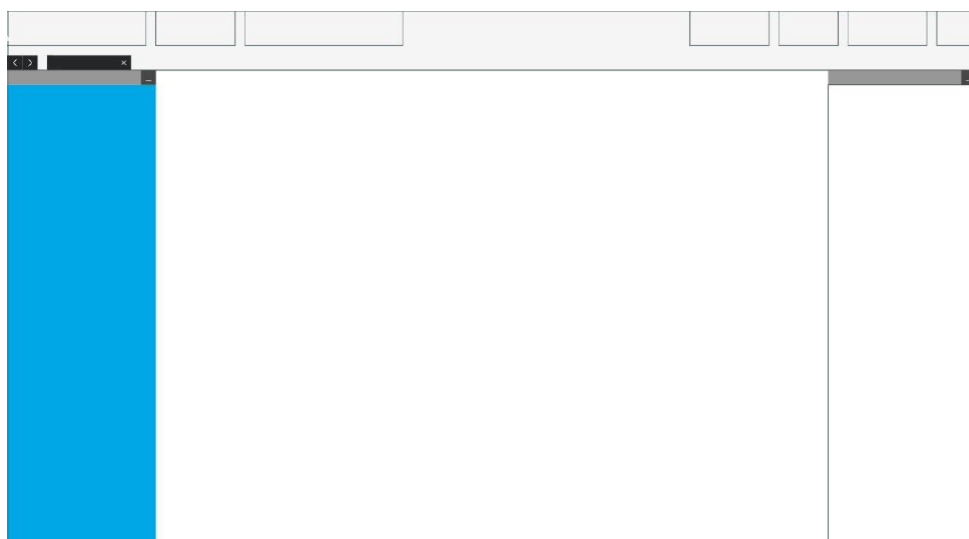
Element Style	Descripció	Color RGB	
User_defined_005	Elements mostrant contingut (pestanyes + icones navegacions)	128 / 128 / 135	
User_defined_006	Estat mouseover	121 / 168 / 181	
User_defined_008	Fons títol sidebar	61 / 68 / 71	
User_defined_009	Títol sidebar + Textbotons	255 / 255 / 255	
User_defined_010	Fons Widgets	255 / 255 / 255	
User_defined_011	Fons main content	244 / 244 / 244	
User_defined_012	Text Widgets	90 / 90 / 90	
User_defined_013	Fons Capçalera	247 / 247 / 247	
User_defined_014	Fons Logos + Navegacions	255 / 255 / 255	

8.2.3.7 Estructures visuals

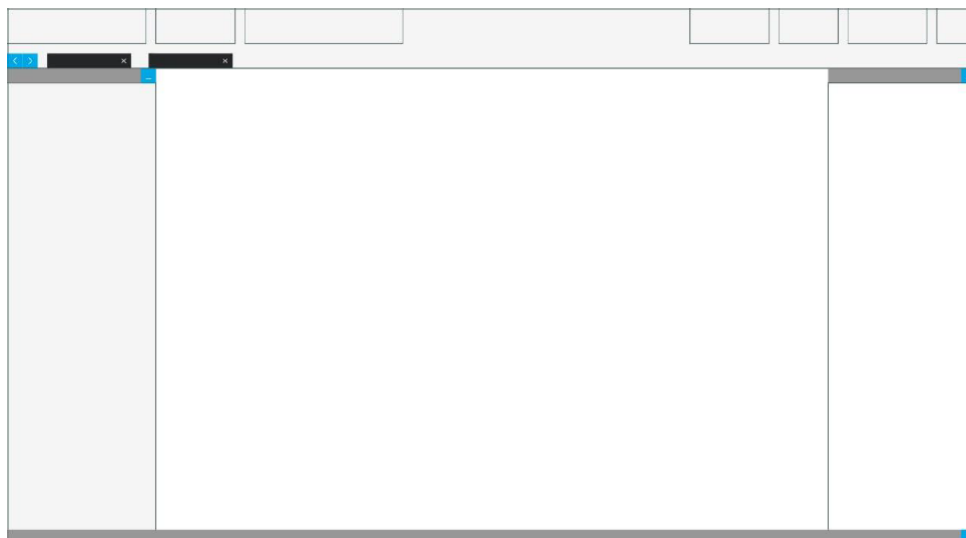
A continuació, es mostra de forma visual i esquemàtica la relació que s'estableix entre els colors i la seva posició / jerarquia dins de l'estructura de l'aplicació.

Aquest esquema servirà per interpretar de manera clara i ràpida els colors que s'utilitzen.

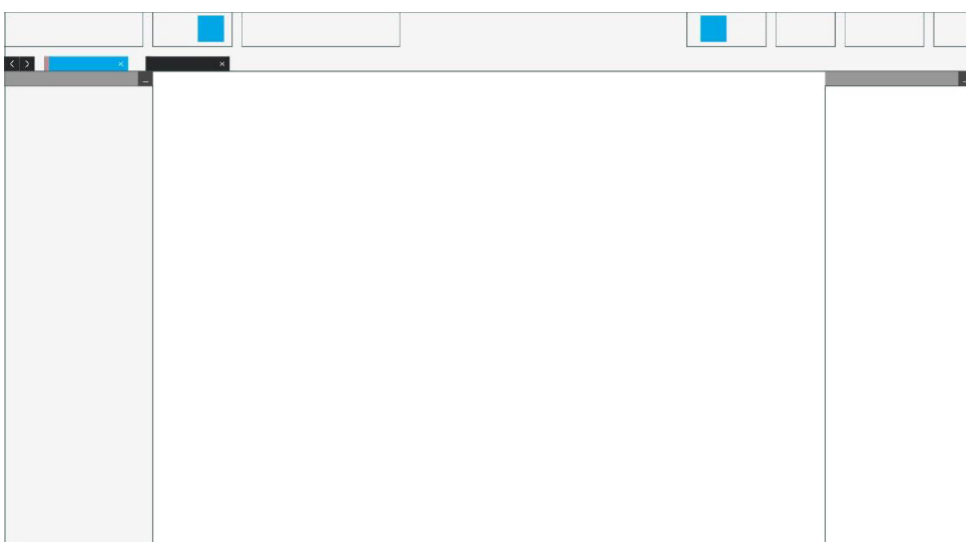
8.2.3.7.1 Userdefined 001



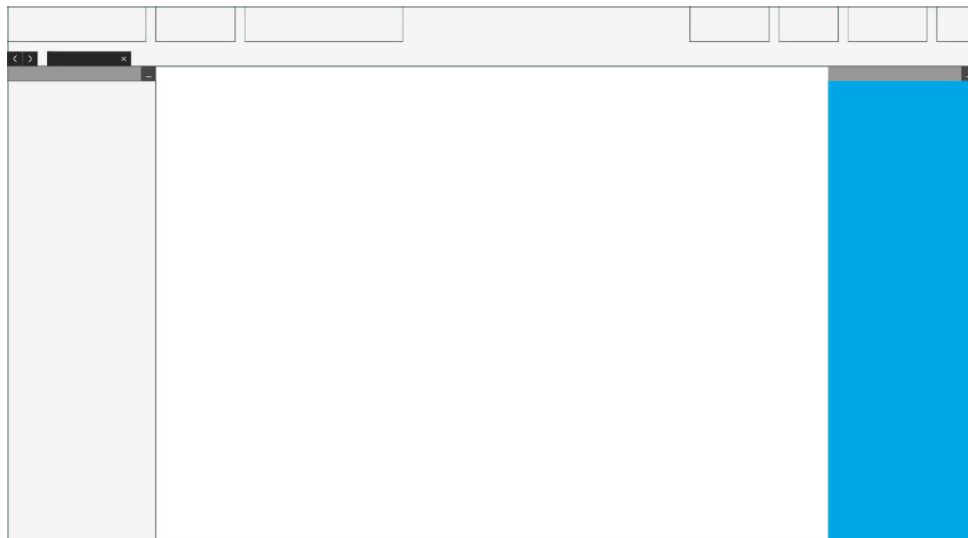
8.2.3.7.2 Userdefined 002



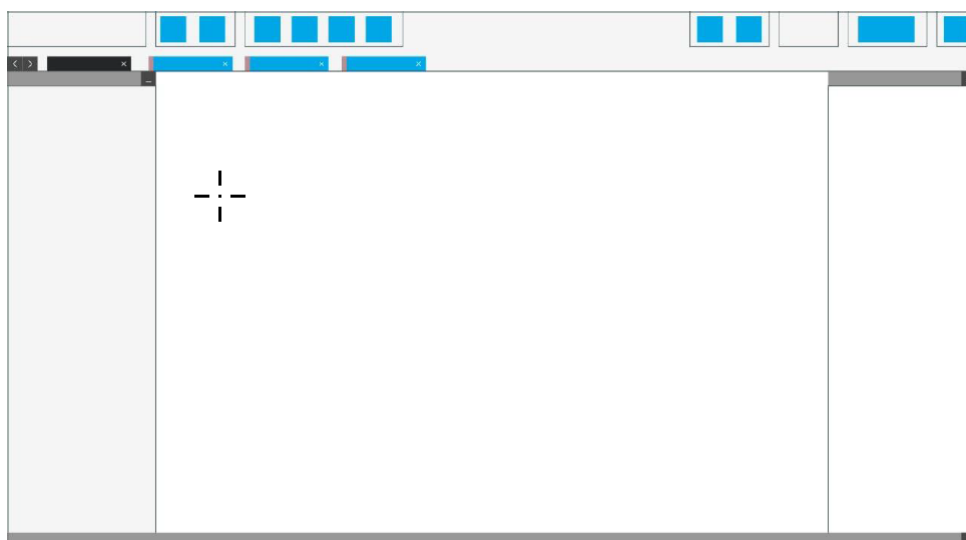
8.2.3.7.3 Userdefined 003



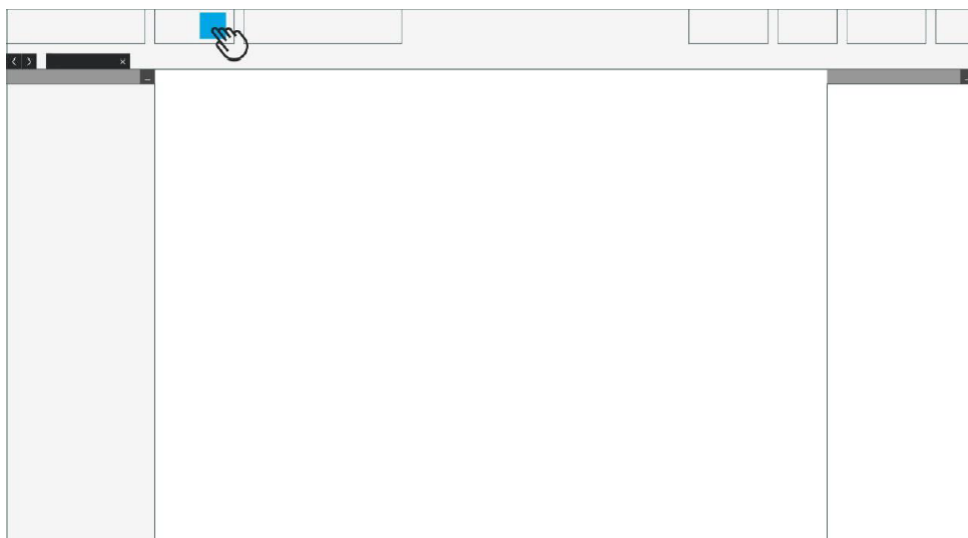
8.2.3.7.4 Userdefined 004



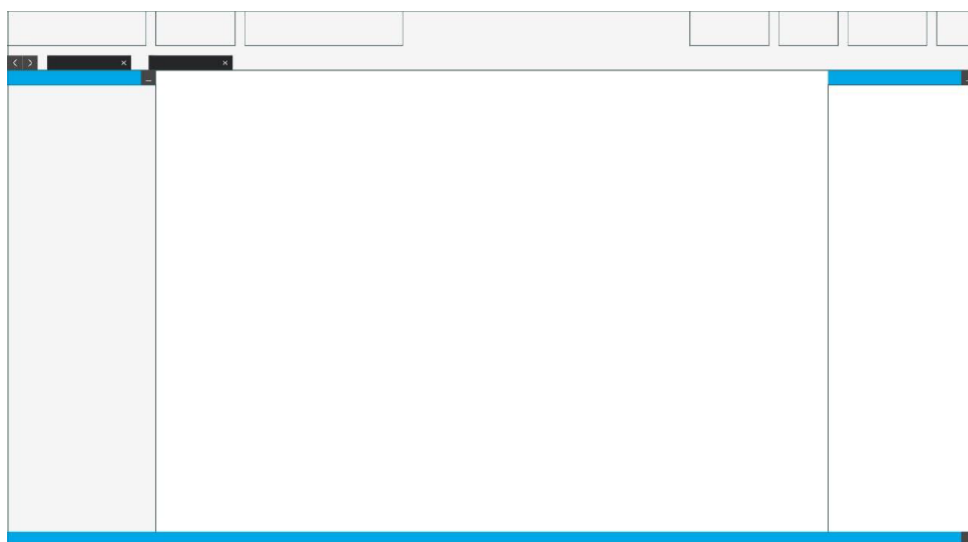
8.2.3.7.5 Userdefined 005



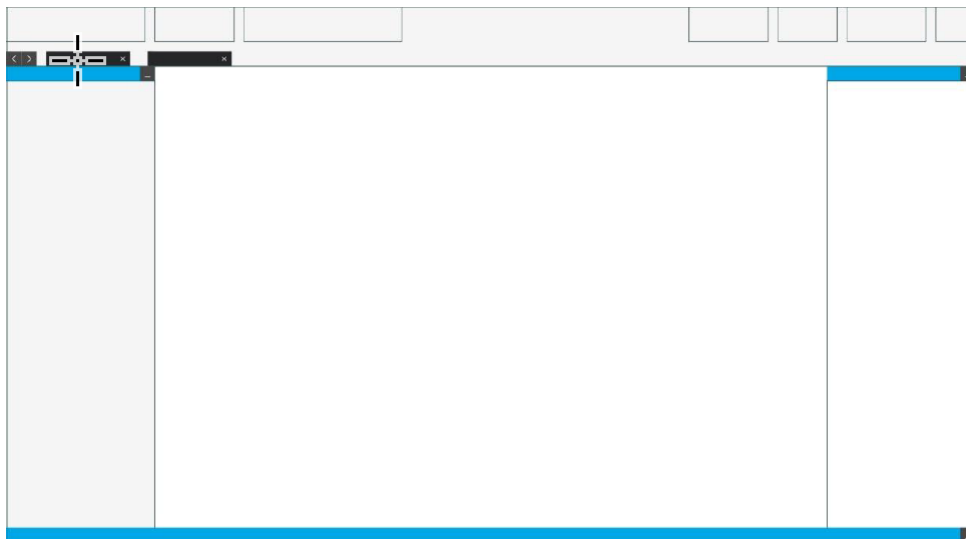
8.2.3.7.6 Userdefined 006



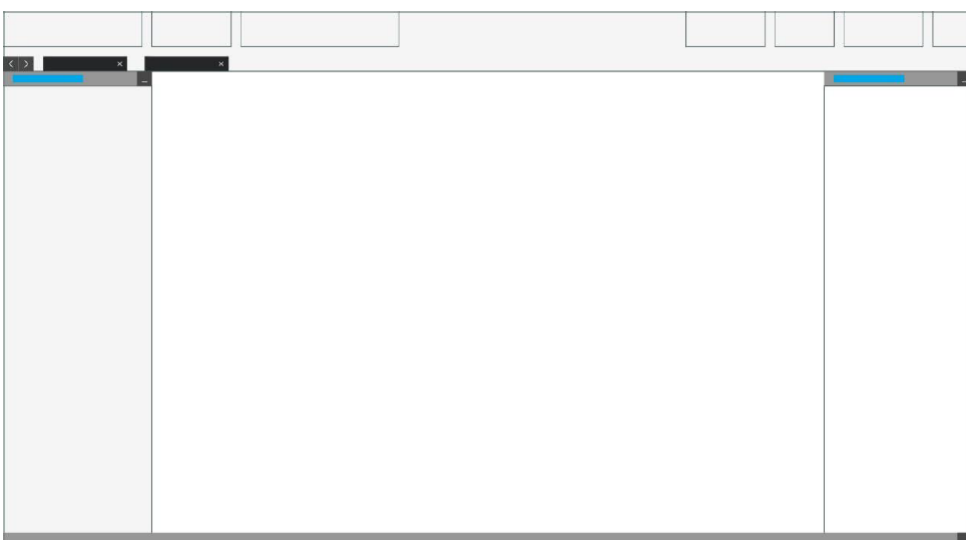
8.2.3.7.7 Userdefined 008



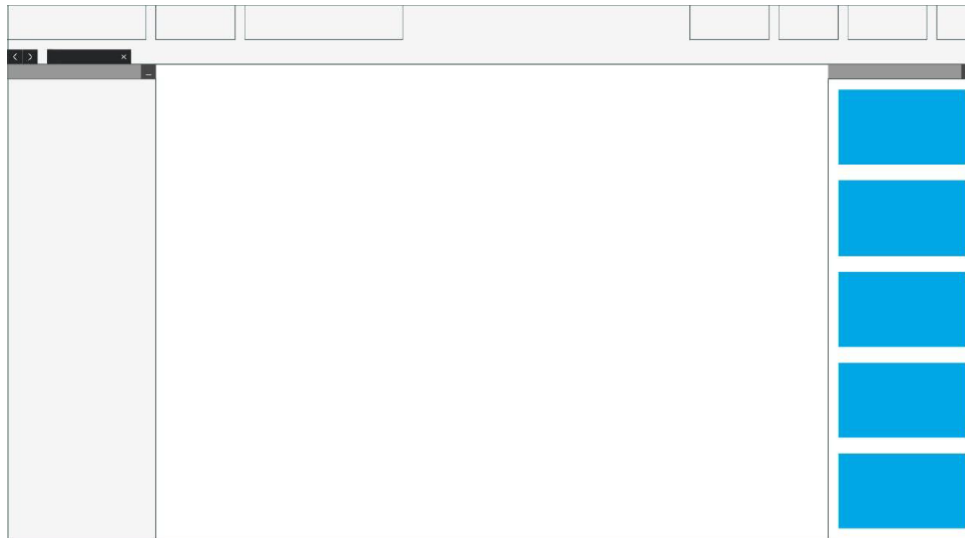
8.2.3.7.8 Userdefined 009



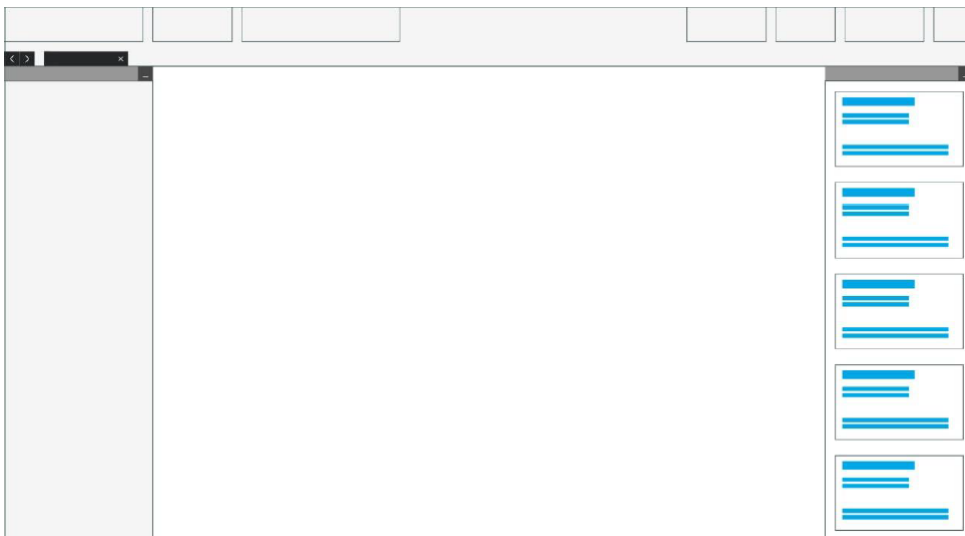
8.2.3.7.9 Userdefined 010



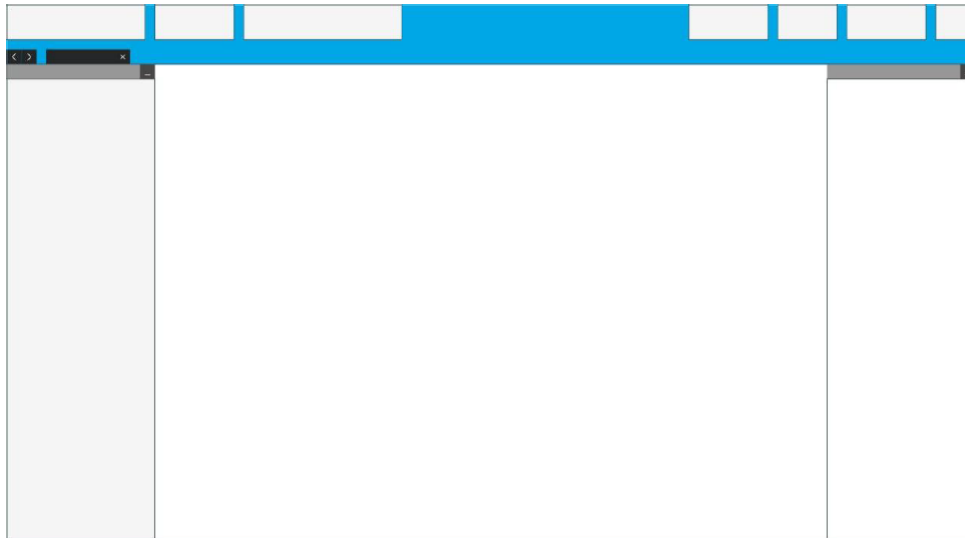
8.2.3.7.10 Userdefined 011



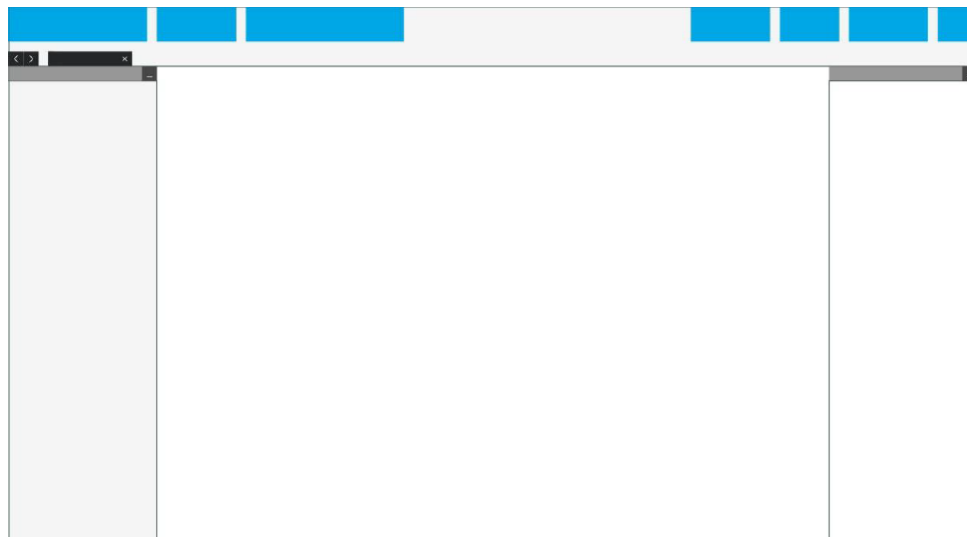
8.2.3.7.11 Userdefined 012



8.2.3.7.12 Userdefined 013



8.2.3.7.13 Userdefined 014



8.2.2.4 Iconografia

Per mantenir un caràcter exclusiu i diferenciador a l'aplicació, s'ha generat una iconografia que permet mantenir una coherència lineal i coherent al llarg de les pantalles.

Aquesta iconografia es diferencia en diferents nivells, des de les aplicacions iconogràfiques de la capçalera, fins al contingut general. També s'han creat estils per definir les severitats.

Tenint en compte la configuració de l'aplicació (que permet la seva visualització en dispositius mòbils), moltes de les icones s'han realitzat tenint en compte les seves restriccions i / o limitacions en els camps de la interacció (esdeveniments touch).

A continuació, es mostra el conjunt d'algunes de les icones incloses a l'aplicació.

	ESTATS						CONDICIONANTS			ALARMES											
	REPÒS	ACTIU	ACTIU 2	ACTIU 2	FORA SERVEI	MANTENIMENT	LOCAL	MANUAL	ENCLAVAMENT	ALARM 5.1 UNACK	ALARM 5.1 ACK	ALARM 5.1 RTN	ALARM 5.2 UNACK	ALARM 5.2 ACK	ALARM 5.2 RTN	ALARM 5.3 UNACK	ALARM 5.3 ACK	ALARM 5.3 RTN	ALARM 5.4 UNACK	ALARM 5.4 ACK	ALARM 5.4 RTN
MOTOR			X	X																	
MOTOR REVER.				X																	
ANEMOMETRE				X																	
CO			X	X																	
OPACIMETRE			X	X																	
LUMIN. NOCTURN																					
LUMIN. CREPUSC.			X	X																	
LUMIN. ENNUB.																					
LUMIN. AGOLLELAT																					
SEMÀFOR AA				X																	
SEMÀFOR RAA																					
BIE			X	X																	
SOS			X	X																	
CÀMERA FIXE	X		X	X																	
CÀMERA MÒBIL	X		X	X																	
FIBROLASER			X	X			X	X	X												

És un requisit a satisfer el respectar la iconografia en els diferents túnels. És a dir, que un mateix element tingui un mateix símbol associat independentment de la infraestructura concreta que sigui objecte de consulta o gestió.

8.2.2.5 Pantalles

8.2.2.5.1 Arbre de navegació / capes

A l'arbre de navegació apareixen el llistat de tots els túnels de la ciutat per a una ràpida navegació.

- A nivell de capes (informació visible en el GIS), el model de capes definit és:
- Túnels
 - Túnel 1
 - Túnel 2
 - Túnel n
- Vectors
 - Energia
 - Enllumenat
 - Ventilació
 - Comunicacions
 - Imatge
 - Incendis - PCI
 - Trànsit
 - Meteorologia
 - Drenatge
 - Intrusisme
 - Climatització sales tècniques
- Trànsit
 - Estat del trànsit actual
 - Càmeres
- Equipaments estratègics
 - Sanitari
 - Seguretat
 - Emergències

8.2.2.5.2 General Túnel

Aquesta és la pantalla d'explotació del túnel. Es representa el túnel amb una imatge i sobre d'aquesta imatge es representen tots els elements del túnel (ventiladors, pals SOS, semàfors, sensors, etc.) en la seva posició real. Normalment aquesta visualització cap en 1 sola pantalla. En el cas de que el túnel sigui molt llarg, aquest serà dividit en 2 o 3 parts i a la pantalla apareixerà una petita representació del túnel amb la secció seleccionada, des d'aquí es navegarà a una secció o una altra.

Els elements són un icona representativa de l'element i a part de representar la seva ubicació representa els diferents estats del mateix. D'aquesta forma, des d'aquesta pantalla es té una visió general de l'estat del túnel i de l'estat de tots els seus elements.

En prèmer sobre qualsevol element apareixerà el 'faceplate' de gestió de l'element. Els 'faceplates' dels diferents elements tindran la mateixa estructura interna.

Per altra banda, des d'aquesta pantalla també es podrà accedir a les següents pantalles:

- Esquema unifilar del túnel
- Pantalla gestió ventilació túnel
- Pantalla gestió il·luminació túnel

8.2.5.3 Unifilar

Des de la pantalla d'explotació del túnel hi ha un icona per a poder accedir a l'esquema unifilar d'energia del túnel. L'esquema unifilar representarà tots els interruptors que disposin de contacte auxiliar per tal de poder transmetre el seu estat.

Els estats dels interruptors que cal distingir són els següents:

- Obert: estat de l'interruptor obert per una situació de manteniment o manualment de manera controlada.
- Tancat: estat de l'interruptor tancat de manera normal i en estat d'operació correcta operació.
- Disparo: estat de l'interruptor en situació anòmla o disparo.

Aquests estats han de ser representats gràficament amb interruptors oberts o tancats i identificats amb colors:

- Obert: únicament el color del dibuix (negre, gris, etc...)
- Tancat: Verd
- Disparo: Vermell

8.2.5.4 Gestió energètica /*

A definir segons criteris de l'Ajuntament de Barcelona.

8.2.5.5 Estat Sistema /*

A definir segons criteris de l'Ajuntament de Barcelona.

8.2.5.6 Usuaris i Rols /*

A definir segons criteris de l'Ajuntament de Barcelona.

8.2.7 Alarmes

8.2.7.1 Definició

Les alarmes es classifiquen per nivell de prioritat. Existeixen 4 nivells d'alarma amb diferents significats de criticitat. Les alarmes de cada un d'aquests nivells podran estar alhora ordenats per subnivells.

- Severitat 1: Alarma Crítica. Alarma a causa de la detecció de perill per a persones o equips o producte.
- Severitat 2: Alarma Alta. Alarma que posa en perill l'operativa automàtica del procés.
- Severitat 3: Alarma Mitjana. Pre alarma, avaries, seguretats o similars que no posen en perill ni el procés ni la integritat d'equips o persones.
- Severitat 4: Alarma Baixa. Esdeveniments informatius.

8.2.7.2 Gestió d'alarmes en temps real

La funcionalitat bàsica és poder veure les alarmes en temps real, poder reconèixer-les i poder aplicar diferents filtres per a una correcta gestió de les mateixes.

Per altra banda, si hi ha una alarma que indica que hi ha una averia d'algun equip, a part de reconèixer l'alarma, s'ha de poder obrir un parte/incidència al software de manteniment (actualment Ingrid) per a que el personal de manteniment corresponent pugui realitzar les tasques oportunes per solucionar el problema.

Els filtres disponibles per a les alarmes de temps real són:

- Túnel
- Vectors
- Prioritat

Les columnes que mostrarà el control d'alarmes i l'ordre de les mateixes és:

- Data i hora
- Estat alarma
- Túnel
- Alarma (Tag)
- Vector
- Valor
- Prioritat
- Comentari

8.2.7.3 Gestió d'alarmes històriques

L'aplicació SCADA permet consultar les alarmes històriques. Per a poder realitzar una correcta gestió de les mateixes, existeixen els següents filtres:

- Túnel
- Vectors
- Prioritat
- Dates
- Tipus d'element
- Element específic

Les columnes que mostrarà el control d'alarmes i l'ordre de les mateixes és:

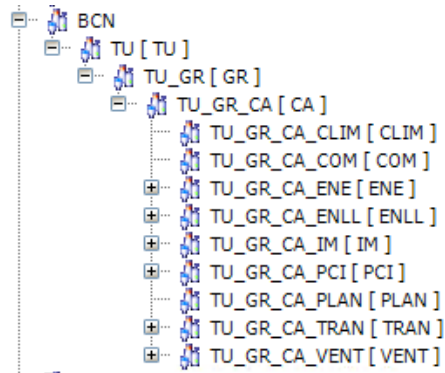
- Data i hora generació alarma
- Data i hora alarma reconeguda
- Data i hora alarma tornada a valor inicial
- Estat alarma
- Túnel
- Alarma (Tag)
- Vector
- Valor
- Prioritat
- Comentari

8.2.8 Històrics /*

A definir segons criteris de l'Ajuntament de Barcelona.

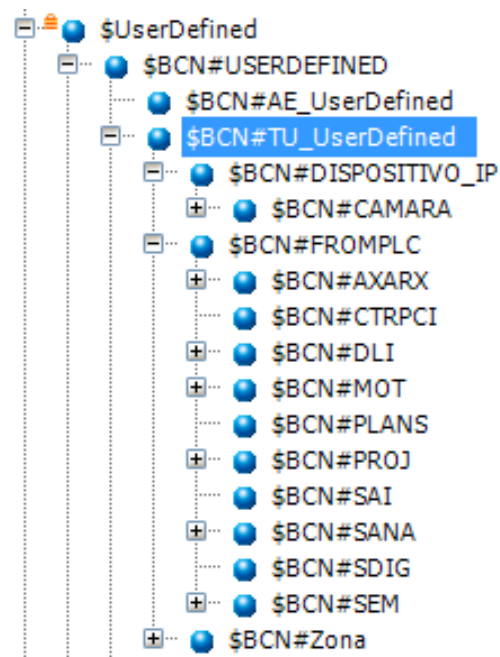
8.2.9 Model

El model de túnels queda:



8.2.10 Plantilles

El model de derivació de les plantilles pels túnels queda:



8.2.11 Funcionalitats avançades

8.2.11.1 Funcionament PCI

Sempre que es detecti un incendi ja sigui pel sistema de detecció lineal d'incendis o per la centraleta de detecció d'incendis apareixerà un pop-up a l'aplicació SCADA indicant la incidència per a que l'operador pugui prendre les accions corresponents.

8.2.11.2 Creació i gestió de plans

Una de les funcionalitats claus de l'aplicació de telecontrol de túnels es la creació i gestió de plans.

Es podrà valorar la incorporació de noves eines de plans, Scheduler, de comú acord amb l'equip de grans infraestructures de l'Ajuntament de Barcelona. Tanmateix, aquesta o qualsevol nova eina vindrà subjecte a la validació prèvia per tal de l'equip tècnic de l'Ajuntament de Barcelona.

Un pla, es un conjunt de passos per a realitzar una tasca específica en un túnel (tancar el túnel, incendi en el túnel, obrir un carril, etc.). Molts d'aquests plans estan descrits segons una normativa de seguretat, però altres plans estan dissenyats per a realitzar tasques de manteniment.

Els plans són creats a l'aplicació SCADA i emmagatzemats en una BBDD custom. Un cop validat un pla, aquest s'ha d'enviar al PLC per a poder executar-se. Tots els plans possibles de ser executats han d'estar prèviament enviats al PLC, per tant, la versió final del pla resideix tant en la BBDD com en el PLC.

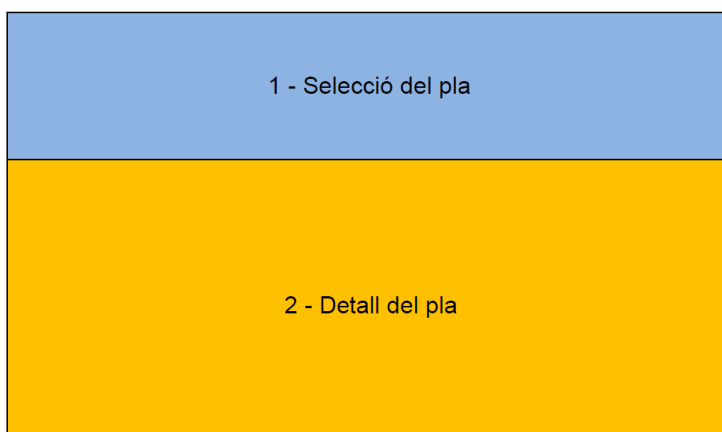
Els plans s'emmagatzemen en el PLC mitjançant una estructura estàndard i definida, per a què independentment del que faci el pla i dels passos que aquest tingui pugui ser emmagatzemat en el PLC i posteriorment executat.

El mòdul de creació i gestió de plans esta separat en 2 apartats mitjançant una pestanya:

- Gestió
- Execució

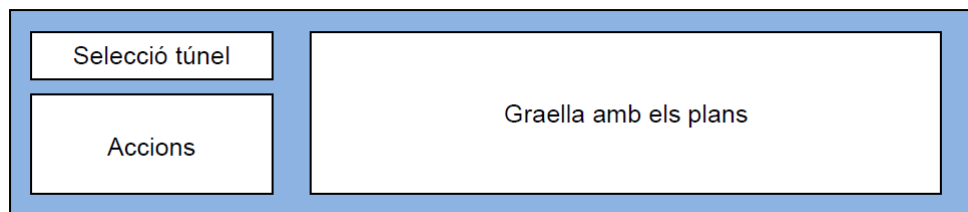
8.2.11.2.1 Pantalla Gestió

Pantalla per a crear, editar i gestionar tots els plans creats pels diferents túnels. La pantalla esta dividida en 2 parts, segons es mostra en el següent esquema.



Part superior - Selecció del pla

A la part superior de la pantalla després de seleccionar el túnel apareixen tots els plans creats per a aquest túnel. La disposició dels elements a la part superior de la pantalla és la representada en el següent esquema :



Selecció túnel: Un combobox on apareix el llistat del túnels disponibles. Al seleccionar un túnel es carreguen tots els plans associats a la graella de la part dreta.

- **Accions:** Botons amb les diferents accions que es poden realitzar sobre els plans. Les accions disponibles són:
 - Crear
 - Duplicar
 - Editar/Modificar
 - Visualitzar
 - Eliminar
 - Validar
- **Graella de plans:** Llistat de tots els plans associats al túnel seleccionat. La informació que apareixerà en aquesta graella és:
 - Pla: Identificador del pla
 - Descripció
 - Estat
 - Esborrany
 - Pendent de validar
 - Validat
 - Tipus
 - PAU
 - Manteniment
 - Trànsit
 - Pla descarregat en PLC

Al seleccionar un pla i prémer sobre alguna de les accions, aquestes es veuran reflectides a la part inferior de la pantalla.

Part inferior - Detall del pla

A la part inferior de la pantalla es poden crear, editar i visualitzar els plans. La disposició dels elements a la part inferior de la pantalla és la representada a l'esquema següent:



- **Mode edició:** Botons amb les diferents accions que es poden realitzar quan un pla està en mode edició/creació. Les accions disponibles són:
 - Afegir pas
 - Copiar
 - Enganxar
 - Eliminar
 - Moure pas
- **Opcions pas:** Diferents desplegable amb els equips i ordres dels diferents elements disponibles al túnel. Els desplegable disponibles són:
 - Equips
 - Ordre
 - Paràmetre
- **Detall dels passos:** Llistat de tots els passos associats al pla seleccionat. La informació que apareixerà en aquesta graella és:
 - Pas
 - Equip
 - Ordre
 - Paràmetre

8.2.11.2.2 Pantalla Execució

Pantalla per executar qualsevol dels plans creats pels diferents túnels. La pantalla està dividida en 2 parts, segons es mostra al següent esquema.



Part superior - Selecció del pla

A la part superior de la pantalla després de seleccionar el túnel apareixen tots els plans creats per a aquest túnel. La disposició dels elements a la part superior de la pantalla és la representada en el següent esquema:

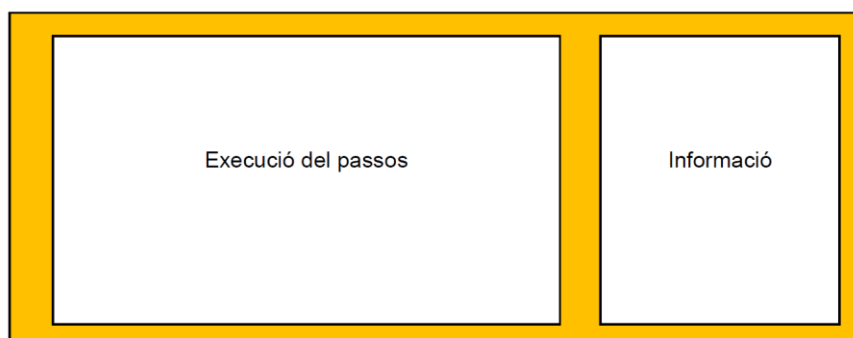


- Selecció túnel: Un combobox on apareix el llistat del túnels disponibles. Al seleccionar un túnel es carreguen tots els plans associats al llistat de la part dreta.
- Llistat de plans: Llistat de tots els plans associats al túnel seleccionat.
- Executar Pla: Al prémer aquest botó apareix un pop-up preguntat si l'operador està segur d'executar el pla seleccionat.

Si es confirma l'execució del pla, el detall d'execució del pla es mostra a la part inferior de la pantalla.

Part inferior - Detall del pla

A la part inferior de la pantalla es pot observar l'estat d'execució del pla. Apareixen tots els passos executats, els pendents d'executar i el percentatge d'execució. La disposició dels elements a la part inferior de la pantalla és la representada a l'esquema següent:



- Execució del passos: Llistat de tots els passos del pla i el seu estat (realitzat, error, pendent, etc.).
- Informació: Informació de l'execució del pla actual.
 - Operador que ha executat el pla
 - Hora d'inici del pla
 - Hora fi del pla
 - Percentatge d'execució del pla

8.2.11.3 Gestió d'alertes

Avisos via SMS i veu quan es genera una incidència als operadors disponibles en aquell instant i en cas de ser necessari als diferents serveis d'emergència (bombers, policia, etc.).

8.2.11.4 Entorn d'entrenament

El SCADA comptarà amb un túnel de simulació per a entrenar als operadors davant situacions de perill.

8.2.11.5 Punt 0

Quan es detecta algun incendi indicar sobre el túnel quin es el punt de 0 oxigen per intentar controlar el foc i evitar aquest es propagui pel túnel.

8.2.11.6 Reporting

Els informes que estan disponibles a l'aplicació SCADA per a la correcta explotació dels túnels són els definits a continuació:

Informe	Alarmes / incidències
Descripció	Totes les alarmes / incidències registrades en el sistema que provenen dels dispositius de camp.
Informe	Hores funcionament equips
Descripció	Informe amb les hores de funcionament dels diferents equips. La informació serà mostrada de format tabular i en gràfica per a veure l'evolució.
Informe	Consum energètic
Descripció	Dashboards del consum energètic del túnel. Pendent de definir que contindrà aquest informe.
Informe	Dades de transit
Descripció	Informe amb les dades de transit. Pendent de definir que contindrà aquest informe.
Informe	Variables generals de procés
Descripció	Informe realitzat amb Historian Client on l'usuari pot seleccionar la variable o variables i veure-les en format gràfic com evoluciona la variable.
Informe	Audit Trail
Descripció	Informe amb les accions realitzades pels diferents usuaris de l'aplicació.

Informe	Històric esdeveniments túnel
Descripció	Informe amb els esdeveniments de tots els elements d'un túnel en concret de forma cronològica en un rang de temps determinat. Informació en format tabular. - Filtre: - Data i hora (inici - Fi) - Túnel - Vectors

Informe	Accident - Incident
Descripció	Informe amb les incidències obertes pels usuaris de l'SCADA a través de l'SCADA. - Filtre: - Túnel - Data i hora (inici - Fi) - Sentit - PK - Tipus accident/incident - Cas Accident de trànsit, seleccionar el tipus - Nivell activació - Tipus de vehicle - Tipus de víctima - Danys al túnel

8.2.11.7 Gestió de l'operador

L'aplicació SCADA compta amb un parell de funcionalitats requerides per a la gestió dels operadors d'exploatació del túnel.

Els operadors han de poder deixar registrades totes les incidències i accidents detectats i per altra banda han de poder omplir el full "parte" de torn.

A continuació es descriu el funcionament d'aquestes funcionalitats.

Accident - Incident:

- Obrir fitxa.
- Emmagatzemar les dades introduïdes a una BBDD.
- Informe de fitxes en un període de temps determinat.

La fitxa tindrà els següents camps:

Camps	Opcions
Referència Incidència	<i>Pendent de definir.</i>
Túnel	Desplegable amb els túnels
Sentit	Desplegable amb les opcions: • Ascendent • Descendent • Besos • Llobregat • Ambdós sentits
Ubicació	Desplegable amb les opcions: • Tub • Accés
PK	Camp lliure on indicar el pk
Altres dades d'ubicació	Camp lliure
Dia	Calendari on seleccionar el dia
Hora	Camp on introduir l'hora
Tipus incident/accident (El camp ha de ser ampliable)	Desplegable amb les opcions: • Vianants al túnel • Bicicletes • Obstacle a la via • Animal viu al túnel • Vehicle sentit contrari • Accident de trànsit (Altres desplegable) • Vehicle aturat, avariat o conductor indisposat • Paviment lliscant • Vessament o fuga de producte • Incendi • Manifestacions o desordre públic • Bomba o atemptat • Vandalisme o robatori • Meteorologia adversa • Alta concentració de gasos i/o opacitat

	- Nivells excessius de gasos - Activació pla extern
Tipuslogia accident de trànsit	Desplegable amb les opcions: - Caiguda moto - Col·lisió vehicles per "alcance" - Col·lisió vehicles - Col·lisió contra infraestructura - Atropellament
Nº de vehicles afectats	Camp lliure
Tipus de vehicles	Desplegable amb les opcions (es pot seleccionar més d'una opció): - Bicicletes - Ciclomotor - Motos - Turismes - Furgonetes - Autobús / autocar - Vehicle pesat - Vehicle MMPP - Altres vehicles
Víctimes	Desplegable amb les opcions: - Sense víctimes - Amb víctimes - Múltiple víctimes o transport col·lectiu
Nº persones il·leses	Camp lliure
Nº persones ferides lleus	Camp lliure
Nº persones ferides greus	Camp lliure
Nº persones mortes	Camp lliure
Danys túnel	Desplegable amb les opcions: - Si - No
Trucada 112	Desplegable amb les opcions: - Si - No
Hora trucada 112	Camp on introduir l'hora

Nivell activació PAU	Desplegable amb les opcions: - No activa PAU - Incident - Alerta - Emergència Parcial - Emergència General
Comentaris addicionals	Camp lliure on detallar: - Causa accident (detallat) - Vehicles i víctimes en cadascun - Pla activat general O qualsevol altre informació relevant per part del operador.
Nº fitxa protocol	Camp on introduir numero de fitxa del protocol
Camp lliure 1	Camp lliure preparat per a possible ampliació futura.
Camp lliure 2	Camp lliure preparat per a possible ampliació futura.
Camp lliure 3	Camp lliure preparat per a possible ampliació futura.
Camp lliure 4	Camp lliure preparat per a possible ampliació futura.

Full torn:

- Obrir fitxa.
- Emmagatzemar les dades introduïdes en una BBDD
- Visualitzar fulls torn, imprimir, etc.

La fitxa tindrà els següents camps:

Camps	Opcions
Nº referència fitxa	<i>Pendent de definir.</i>
Nom	Camp lliure
Càrrec	Camp lliure
Dia	Calendari on seleccionar el dia
Torn	Desplegable amb les opcions: Mati

	• Tarda • Nit
Hores de servei (Inici, Fi)	2 Camps on introduir l'hora, un per l'inici i un altre pel fi
Actuacions realitzades (<i>Títol de la secció, els camps es mostren a continuació</i>)	
Referència interna actuació	Camp lliure
Túnel	Desplegable amb els túnels
Sentit	Desplegable amb les opcions: • Ascendent • Descendent • Besos • Llobregat • Ambdós sentits
Ubicació	Desplegable amb les opcions: • Tub • Accés
PK	Camp lliure on indicar el pk
Tipus actuació	Camp lliure
Causa actuació	Desplegable amb les opcions: • Per incidents/accidents • Per comprovació/verificació sistemes • Per assistència a manteniment • Altres causes
Definició/Explicació	Camp lliure
Hora Inici	Camp on introduir l'hora
Hora Tancament/Pendent	Camp on introduir l'hora
Fitxa auxiliar?	Desplegable amb les opcions: • Si • No
Referència fitxa auxiliar	Camp lliure
Observacions/detall	Camp lliure
Avaries/Incidències en aplicatius o sistemes (<i>Títol de la secció, els camps es mostren a</i>)	

continuació)	
Hora detecció	Camp on introduir l'hora
Identificació/ubicació	Camp lliure
Referencia equip	Camp lliure
Descripció incidència	Camp lliure
Observacions/detall	Camp lliure
Altres fets rellevants (Títol de la secció, els camps es mostren a continuació)	
Hora detecció	Camp on introduir l'hora
Identificació/ubicació	Camp lliure
Referencia	Camp lliure
Descripció incidència	Camp lliure
Observacions/detall	Camp lliure
Trucades (Títol de la secció, els camps es mostren a continuació)	
Tipus de trucada	Desplegable amb les opcions: • Rebuda • Realitzada
Hora	Camp on introduir l'hora
Nom	Camp lliure
Càrrec	Camp lliure
Empresa	Camp lliure
Motiu trucada	Camp lliure
Actuacions derivades	Camp lliure
Observacions/detall	Camp lliure

8.2.11.8 *Gestió Documental de Túnels*

Des de l'aplicació SCADA, es pot gestionar tota la documentació associada a túnels:

- Manual d'explotació de túnels
- PAU
- Plans
- Manual d'usuari aplicació SCADA
- Plànols del túnel
- Esquemes elèctrics
- Etc.

Aquesta documentació es pot visualitzar i en cas necessari també es pot imprimir.

8.2.11.9 *KPIS*

8.2.11.9.1 *Mode degradat /**

En funció d'una sèrie de condicions (elements que no funcionen o no estan disponibles) indicar que el túnel es troba en mode degradat. Pendent de definir.

8.2.11.9.2 *Índex de seguretat del túnel /**

Pendent de definir.

8.2.11.10 *Utilització de logs*

És important realitzar una bona gestió de logs en totes les fases (desenvolupament, posada en producció i manteniment) de la implantació d'un nou túnel. S'hauran de tenir en compte les següents recomanacions en la utilització de logs:

- Utilitzar el registre només per identificar errors de programari o diagnòstics.
- Haurà de ser utilitzat amb moderació en entorns de producció per no generar càrrega de treball extra a sistema.
- No s'ha de fer servir per proporcionar informació destinada als operadors ja que es guien per les alarmes de l'aplicació, i com a operativa d'explotació habitual no aniran als logs com a norma general.
- Si s'usa el registre per rastrejar informació de diagnòstic, assegureu-vos que el registre de logs no continuï indefinidament. Altrament, el rendiment de la solució estarà afectat per la generació de logs massiva i la interpretació de la mateixa es dificultarà per la quantitat d'informació a analitzar.
- Totes les traces de log utilitzades durant la fase de desenvolupament hauran d'eliminar-se després d'implementar el desenvolupament en l'entorn de producció i manteniment.

8.2.11.11 Integració amb tercers

La integració bidireccional amb sistemes de tercers és crucial per crear una aplicació integral de gestió en temps real.

En funció del sistema a gestionar en temps real hi pot haver necessitats específiques d'integració, però a continuació s'identifiquen els requisits d'integració mínims que cal que pugui oferir la plataforma:

8.2.11.11.1 Capacitat d'interconnexió amb altres plataformes de característiques similars

La plataforma ha de tenir la possibilitat de configurar clients web que accedeixin a les dades publicades per solucions externes mitjançant al menys els següents protocols:

- MQTT
- OPC UA
- SOAP
- RESTful

Un cop s'accedeixin a aquestes dades, ha de ser possible incorporar aquesta informació als entorns de visualització de dades amb els que compta la solució.

8.2.11.11.2. Accés a les dades de la plataforma des de serveis externs

La plataforma ha de proporcionar Serveis Web (MQTT, OPC UA, SOAP i / o RESTful) perquè aplicacions externes puguin consultar les dades emmagatzemades per la solució, quedant disponibles per al seu ús dades en temps real (o gairebé temps real) i dades històriques.

8.2.11.11.3 Possibilitat de construir serveis d'integració a mida

A través d'un kit de Desenvolupament permet construir serveis d'integració a mida.

En cas que la plataforma no compti amb serveis d'integració en la seva solució estàndard, haurà de proporcionar un Kit de Desenvolupament mitjançant el qual es puguin construir totes aquelles solucions necessàries per a permetre la integració desitjada.

8.2.11.11.4 Integracions amb d'altres plataformes

Algunes integracions amb altres plataformes que hauran de ser suportades per la solució són les següents:

- Integració amb Plataforma CityOS de l'Ajuntament de Barcelona.
- Integració amb l'eina corporativa de manteniment de les infraestructures (enviant valors i alarmes d'equipaments en temps real i generant sol·licituds d'ordres de treball).
- Integració amb la Plataforma Sentilo.
- Integració amb Sistemes de VoIP.
- Integració amb Sistemes de càmeres IP.

8.2.11.11.5 APIs segures

L'accés a la informació posada a disposició de tercers pel sistema a implantar ha de ser realitzada mitjançant mecanismes segurs:

- Protocol HTTPS
- Mecanismes d'autenticació:
- Mecanisme Bàsic de seguretat (usuari i contrasenya)

- OAuth 2.0

9.- PLC

Aquesta secció del document treballa explícitament el model i la norma de programació utilitzada en la integració del sistema de control als túnels de Barcelona.

L'explicació de la programació es centra inicialment en conceptes generals i posteriorment es detalla per objecte/circuit què s'integrarà en el sistema de Monitorització i Gestió.

Es complementa amb un descriptiu de les bones pràctiques en programació PLC a tenir en compte, il·lustrades gràficament amb la informació obtinguda dels túnels de Camèlies i Jordà, que ja estan operant sota el nou estàndard d'operació definit per la PGTR.

Camèlies té el seu origen al pilot inicial i Jordà és el resultat del desplegament de PGTR com a conseqüència de la creació i implementació física d'aquest nou túnel, que neix com a resultat de la cobertura parcial d'un tram de la Ronda de Dalt a la Vall d'Hebron.

9.1.- Programació usada

La programació utilitzada en la integració es basarà en tres llenguatges diferents:

- Text estructurat
- Blocs de funcions
- SFC (funcions seqüencials)

9.1.1.-Text estructurat

El llenguatge de text estructurat utilitza la definició de variables per identificar entrades i sortides de dispositius de camp i qualsevol altra variable creada internament.

Es tracta d'un llenguatge d'alt nivell que permet la programació estructurada, fent possible que moltes tasques complexes es puguin dividir en unitats més petites. Fer servir subrutines per realitzar diferents parts de les funcions de control i passar paràmetres i valors entre les diferents seccions del programa.

La programació de text estructurat s'utilitzarà per portar a terme el control de tots els circuits formant un bloc estàndard perquè es pugui replicar a altres objectes.

9.1.2.-blocs de funcions

Es tracta d'un llenguatge gràfic que permet a l'usuari programar elements (bloc de funcions del PLC) perquè apareguin interconnectats de la mateixa manera que un circuit elèctric. L'usuari pot construir els seus propis blocs de funcions, d'acord amb els requeriments del programa de control.

Cada bloc de funcions es refereix a un ordinador dins del sistema de control on la programació interna serà estàndard i en text estructurat.

9.1.3.-SFC (unions seqüencials)

És un llenguatge gràfic que proporciona una representació diagramàtica de seqüències de control en un programa. Es poden organitzar els subprogrames o subrutines que conformen el programa de control.

Aquest llenguatge ha estat escollit per dur a terme l'execució de plans ja que és útil per a operacions de control seqüencial, on un programa flueix d'un punt a un altre un cop s'ha completat una condició.

El marc de programació SFC conté tres elements principals:

- Passos (fases)
- Transicions (condicions)
- Accions

9.2.- Estructura comuna

La programació realitzada pel control de la instal·lació al túnel consisteix en part del programa comú per a tots els dispositius realitzat amb punters. Aquest tipus de programació provoca que la CPU no consumeixi tants recursos i pugui ser més alliberada tant pel que fa a memòria usada com pel que fa a temps de cicle.

9.2.1.-Ordre de SCADA

Cada element tindrà una posició definida dins del mapa de memòria del PLC. Les entrades d'aquest objecte són el número de màquina i el tipus d'ordre a executar, que podrem anomenar número de comanda. Els números de màquina associats amb cada element es definiran al full de càlcul descriptiu del mapa de memòria PLC.

Amb el benentès que el que s'ha descrit és la forma habitual de treball en el moment de redactar aquestes especificacions, els fabricants de PLCs estan en continua innovació també pel que fa a aquest àmbit. Així doncs, si hi ha una evolució que incorpori noves formes d'integració més enllà de les exposades anteriorment, aquestes noves formes podran ser plantejades a l'equip responsable de l'Ajuntament de Barcelona per tal que es puguin posar en pràctica cas de que siguin validades.

9.2.2.-Manteniments

Cada equip té l'opció de posar en manteniment, el bit 1 de la paraula de l'estat permet SCADA per saber si un ordinador està en manteniment, ja sigui per motiu d'avaria reneguda per l'usuari o d'altres.

Aquesta opció permet a l'operador SCADA tenir en compte que un equip està en el manteniment sense rebre cap alarma constant en el sistema de Supervisió i sense activar equips físics de la instal·lació.

9.3.- Circuits a integrar

9.3.1.-CPU

L'objecte CPU té com a finalitat enviar al sistema de Supervisió la informació sobre l'estat de l'equip. Les dades principals són:

- Data i hora
- Estat RUN/STOP de la CPU/
- KeepAlive: bit necessari per saber si hi ha comunicació amb la CPU

La data i l'hora de la CPU a part de ser mostrades es poden sincronitzar amb el temps del servidor que conté el SCADA.

La paraula d'estats de l'objecte de CPU, informarà de l'estat de l'equip tot activant una alarma quan canviï el seu estat a STOP.

El KeepAlive és responsable d'informar al sistema de Monitorització si hi ha una comunicació correcta. Aquesta variable és un valor que en cada cicle del processador afegeix una unitat a la dada, si durant 30segons el SCADA detecta que les dades no augmenten informarà d'un error de comunicacions perquè l'usuari ho detecti.

9.3.2 Perifèria

A la instal·lació física hi ha diferents racks amb una tarja de comunicacions, per detectar que la comunicació entre la CPU i la perifèria és correcta. Es realitza una programació entre equips amb un KeepAlive per detectar eventuais errors en les comunicacions.

Hi ha una paraula d'estat on es Mostra la informació de comunicació correcta. Tan aviat com hi hagi un error en les comunicacions a la paraula d'alarmes, s'activa una alarma tot informant l'usuari.

9.4.- Criteris de programació

En aquest apartat es detallen aspectes concrets a tenir presents i acomplir pel que fa a la programació de PLCs. Cobreix tant els aspectes vinculats a la pròpia estructura i definició pel que fa al codi com aspectes relatius a l'ús i les pràctiques de programació estandarditzades en múltiples entorns i llenguatges.

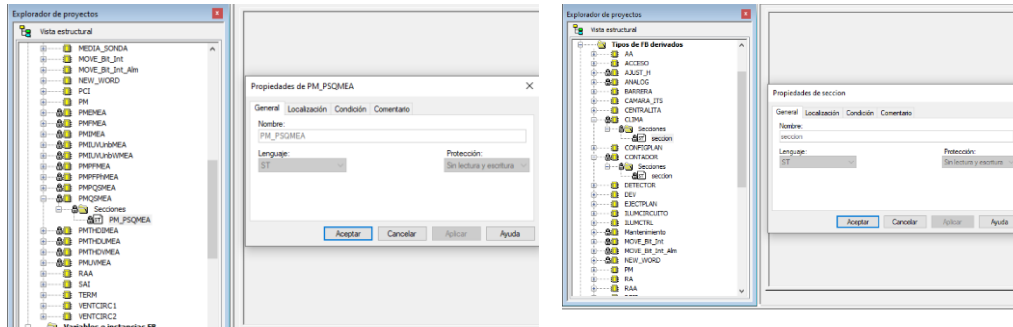
9.4.1.- Protecció de codi font

El codi desenvolupat per l'integrador ha de ser lliurat en format sense protecció per tal que l'Ajuntament i altres participants com l'empresa de manteniment, puguin accedir-hi, visualitzar-ho, analitzar-lo i, si escau, actualitzar-lo i revisar-lo.

D'aquesta manera, cal que estiguin sense protecció els blocs funcionals creats i/o modificats per l'integrador, de manera que puguin ser consultats amb la finalitat de poder revisar el codi en cas de possibles incidències o modificar-lo per realitzar actualitzacions i millores.

Els fitxers que tenen el "candau" són els que estan protegits. Aquesta protecció pot ser completa (no podeu veure ni modificar el codi) o de lectura (podeu veure el codi, però no modificar-lo).

A continuació es presenten diversos exemples de codi font protegit, amb l'objectiu d'il·lustrar el que no s'ha de fer **(no OK)**



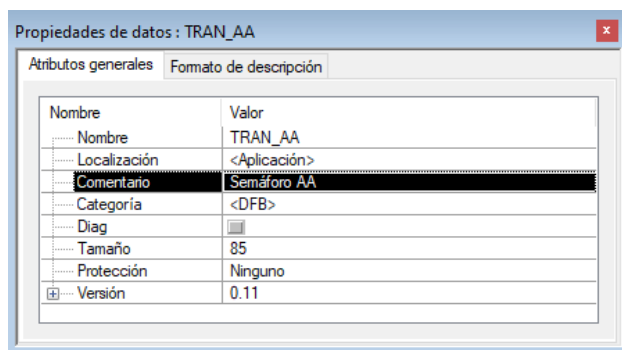
Queden exclosos els blocs que han estat fabricats per fabricants de PLCs, els quals proporcionen blocs funcionals que permeten que els seus PLCs funcionin, i que decideixen protegir-los per evitar que es puguin alterar.

A la documentació d'entrega associada al desplegament de qualsevol projecte de túnels, s'inclourà una documentació de reforç dels desenvolupaments software que hagin estat realitzats, la qual inclourà una plantilla xlsx amb el mapeig dels punters utilitzats.

9.4.2.- Sobre la documentació descriptiva dels blocs funcionals:

Tots els "tipus de bloc funcional" han de tenir un **comentari descriptiu** de sí mateix, el què ajudarà a la interpretació d'aquest element.

Exemple de comentari en "tipus de bloc funcional" (OK)



Nombre	Valor
Nombre	TRAN_AA
Localización	<Aplicación>
Comentario	Semáforo AA
Categoría	<DFB>
Diag	
Tamaño	85
Protección	Ninguno
Versión	0.11

La definició d'una **nomenclatura clara** permetrà una millor identificació dels elements.

La nomenclatura descrita a continuació s'ha d'utilitzar per a l'evolució de diferents túnels de manera que sigui possible identificar blocs funcionals ràpidament, sense tenir en compte de quina infraestructura particular es refereix la programació en l'anàlisi.

La lògica inclourà referència al vector al qual està relacionat el bloc funcional.

D'aquesta manera, davant el nom del bloc funcional, s'ha d'indicar un acrònim del vector al qual pertany, i si no és únic i serveix per a qualsevol vector, indicar-ho amb les sigles associades a comú.

El detall de les sigles a utilitzar per als diferents vectors existents es detalla a la taula següent:

Vector	Acrònim
Eergia	ENER
Il·luminació	ILUM
Ventilació	VENT
Comunicació	COMS
Imatge	IMGE
PCI	PCI
Trànsit	TRAN
Plans	PLAN
Meteorologia	MTEO
Drenatges	DREN
Intrusisme	INTR
Telecomunicacions	TELC
Climatització	CLIM

Element comú	COMU
--------------	------

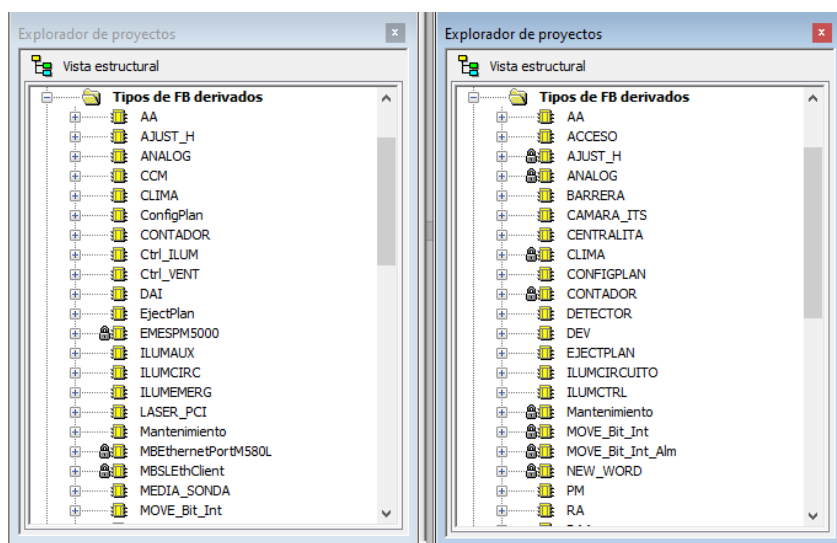
Per exemple: el bloc funcional anomenat AA en algun projecte seria rebatejat com a TRAN_AA.

Cas que aquest bloc s'utilitzi per identificar SEMAFOROS_AA, aquesta nomenclatura podria identificar ràpidament que és un element del vector de trànsit associat amb els semàfors AA.

Els criteris i acrònims seran únics i cal que siguin aplicats a tots els projectes.

Els següents són exemples de blocs amb noms que no s'ajusten a la nomenclatura adequada.

(no OK)



Com podeu veure, s'anomena de manera diferent als elements que representen el mateix:

- Ctrl_ILUM vs ILUMCTRL
- ILUMCIRC vs ILUMCIRCUIT
- ConfigPlan vs CONFIGPLAN

Així doncs, per tal d'estandarditzar i aplicar els acrònims indicats, es plantejen els següents criteris:

- Noms sempre en majúscules.
- Quan hi ha més d'una paraula, cal fer-ne ús de _ per separar-les.
- Eviteu els acrònims en l'última "paraula" si no són d'ús general (config, aux, mto,...)
- L'idioma de referència a l'hora de pensar en la creació de nous acrònims serà el català.

Aplicant aquests criteris, els exemples anteriors s'identificaran de la manera següent: **(OK)**

- Ctrl_ILUM vs ILUMCTRL → ILUM_CONTROL
- ILUMCIRC vs ILUMCIRCUITO → ILUM_CIRCUIT
- ConfigPlan vs CONFIGPLAN → PLAN_CONFIG

Aquests criteris s'estenen als **Blocs de funcions** que fan ús dels "tipus de blocs funcionals".

Exemple de nomenclatura no recomanada **(no OK)**

Variables Tipos de DDT Bloques de funciones Tipos de DFB							
Filtro							
Nombre							
Nombre N° Tipo Valor Comentario Variable de HMI Derechos de L/E de la variable referenciado							
AA00101D		AA					
AA00102I		AA					
AA00201D		AA					
AA00202I		AA					
ACCESO1_1		ACCESO					
ACCESO1_2		ACCESO					
ACCESO2_1		ACCESO					
ACCESO2_2		ACCESO					
AjusteHora		AJUST_H					
BARR00101		BARRERA					
BARR00102		BARRERA					
BARR00201		BARRERA					

Per corregir aquesta situació, cal aplicar, almenys, els següents criteris sobre el nom de cada bloc funcional:

- Nomenclatura:
 - Cal indicar el nom del tipus d'element.
 - Nom de l'element.
 - Numeració.

Tot capitalitzat i separant les paraules de "_"; per exemple: **(OK)**

- **TRANS_SEM_AA_00101D**: Equip del vector trànsit, que és específicament un semàfor de tipus AA, amb un identificador 00101D.
- **TRANS_SEM_RA_00101D**: Equip del vector trànsit, que és específicament un semàfor de tipus RA, amb un identificador 00101D.
- **TRANS_BARRERA_RA_00101**: Equip del vector trànsit, que és específicament una barrera amb un identificador 00101.

Tanmateix s'haurà d'indicar un comentari explicatiu de cada bloc.

- Comentari: proporcioneu-hi un comentari explicatiu.

9.4.3.- Sobre l'organització de les dades

Les variables i dades utilitzades durant el projecte han de ser clares i fàcils d'identificar.

Les variables utilitzades han de tenir una nomenclatura adequada per identificar-los en els projectes ràpidament.

Per això, cal seguir les següents pautes detallades a les properes seccions del document.

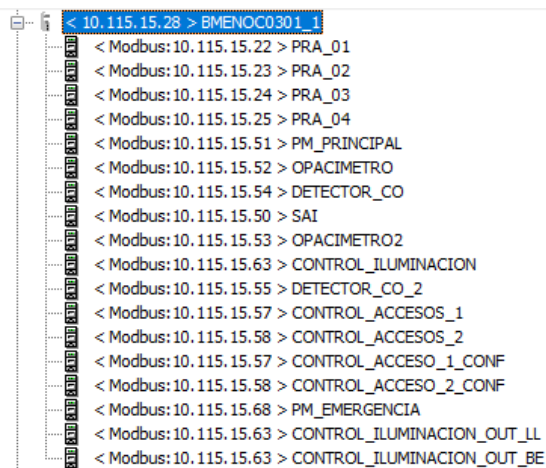
En general, qualsevol empresa adjudicadora que participi en aquestes tasques de programació presentarà la seva proposta de nomenclatura al Departament de Grans Infraestructures de

l'Ajuntament de Barcelona. L'aprovació d'aquesta proposta serà necessària com a requisit previ per a l'execució de les activitats de programació.

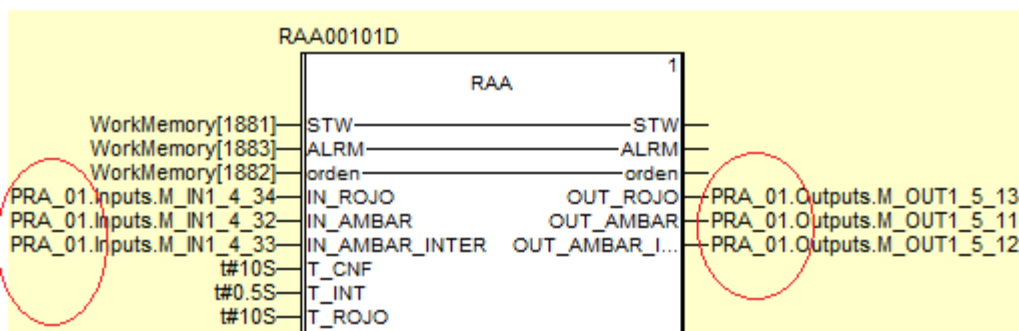
9.4.3.1.-Nomenclatura a les variables globals

Les variables globals utilitzades al programa, i que es generen per elements utilitzats pel bon funcionament del sistema, han de tenir una nomenclatura clara i que permeti identificar clarament la informació.

Per exemple: els elements de comunicació que estaran disponibles a cada PLC implantat poden aparèixer de la següent manera: **(no OK)**



Això provoca que el nom proporcionat a cada element influeixi a l'hora de programar els blocs que utilitzen aquests canals de comunicació, de manera que un bloc que utilitza el primer (PRA_01) tant a l'entrada com a la sortida farà que la informació es mostri de la següent manera:



Com es pot observar, aquesta nomenclatura no està clara i no identifica l'origen d'aquest element, per això el nom d'aquests elements s'ha de canviar d'acord amb les regles següents:

- Un acrònim pel vector amb el qual està relacionat (ENER, ILUM, VENT,...)

- Nom de detall si escau.
- Nombre si n'hi ha diversos.
- Sempre capitalitzades i amb totes les paraules separades per "_".

Exemple de nomenclatura correcta:

- PRA_01--> TRAN_MODBUS_01 (OK)
- PRA_02--> TRAN_MODBUS_02 (OK)

9.4.3.2.-Nomenclatura en variables dels blocs funcionals

S'indicarà el sentit (IN/OUT) i una descripció senzilla de l'associació de la variable a la realitat que representa.

El nom estarà en MAJÚSCULES i cas que estigui compostat per més d'una paraula, es separaran per "_".

Exemple de bloc no congruent segons el criteri exposat (veure entrada sense valor IN_ i alguns noms en minúscula, d'altres en majúscula): **(no OK)**

Nombre	Nº	Tipo	Valor	Comentario
AA00101D		AA		
<entradas>				
ambar_inter	5	BOOL		Confirmación semáf...
T_CNF	6	TIME		Tiempo para alam...
<salidas>				
OUT_ambar_inter	4	BOOL		Encender semáforo...
<entradas/salidas>				
STW	1	INT		Palabra de estados...
ALRM	2	INT		Palabra de alarmas...
orden	3	INT		Orden recibida des...

Exemple de bloc segons el criteri exposat: **(OK)**

Nombre	Nº	Tipo	Valor	Comentario
TRAN_SEM_AA_00101D		TRAN_SEM_AA		
<entradas>				
IN_AMBAR_1	4	BOOL		Confirmación semáforo en ambar 1
IN_AMBAR_2	5	BOOL		Confirmación semáforo en ambar 2
T_CNF	6	TIME		Tiempo para alarma de confirmación de marcha
T_INT	7	TIME		Tiempo de intermitencia luz ambar
<salidas>				
OUT_AMBAR_1	4	BOOL		Encender semáforo en ambar 1
OUT_AMBAR_2	5	BOOL		Encender semáforo en ambar 2
<entradas/salidas>				
STW	1	INT		Palabra de estado a SCADA
ALRM	2	INT		Palabra de alarmas a SCADA
orden	3	INT		Orden recibida de SCADA
<público>				

9.4.3.3.-Ús de comentaris a les variables

Les variables han d'anar acompanyades d'un comentari que ajudi a la seva comprensió.

Això aplica tant a Entrades/Sortides o elements per ser utilitzats pels sistemes externs com a les variables internes utilitzades pel sistema en el seu codi ST.

Aquí es pot veure com les variables privades no tenen cap comentari. **(no OK)**

Variables	Tipos de DDT	Bloques de funciones	Tipos de DFB		
Filtro					
Nombre =					
Nombre	Nº	Tipo	Valor	Comentario	Derechos de L/E de la variable referenciado
- Entradas/Salidas -					
STW	1	INT		Palabra de estados a SCADA	
ALRM	2	INT		Palabra de alarmas a SCADA	
orden	3	INT		Orden recibida desde SCADA	
- Público -					
- Privado -					
OMANT		BOOL			
ONMANT		BOOL			
Mantenimiento		BOOL			
OFS		BOOL			
ODISP		BOOL			
OAF		BOOL			
OAI		BOOL			
ORAI3		BOOL			
OPARO		BOOL			
FueraServicio		BOOL			

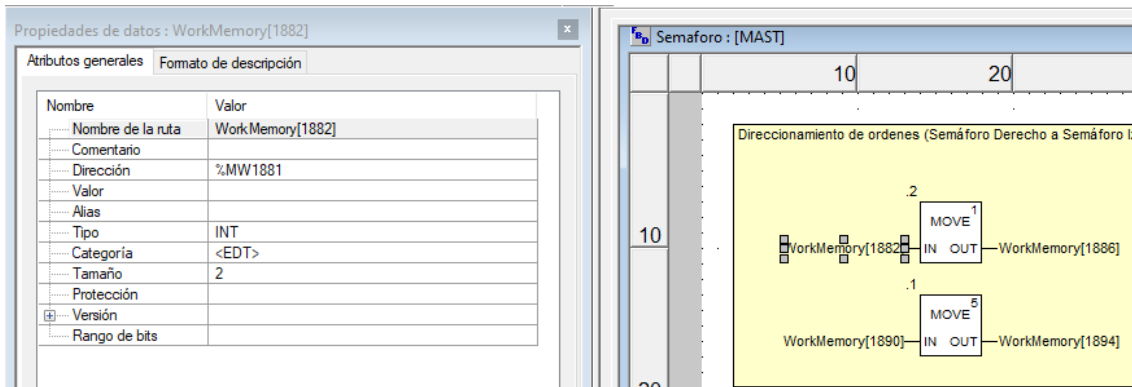
Tenir un comentari registrat a aquest nivell permetrà evitar haver d'accedir al codi (on en darrera instància sí que ha d'estar comentada). Exemple de comentaris correctes **(OK)**

Nombre	Nº	Tipo	Valor	Comentario
TRAN_SEM_AA_00101D		TRAN_SEM_AA		
<entradas>				
IN_AMBAR_1	4	BOOL		Confirmación semáforo en ambar 1
IN_AMBAR_2	5	BOOL		Confirmación semáforo en ambar 2
T_CNF	6	TIME		Tiempo para alarma de confirmación de marcha
T_INT	7	TIME		Tiempo de intermitencia luz ambar
<salidas>				
OUT_AMBAR_1	4	BOOL		Encender semáforo en ambar 1
OUT_AMBAR_2	5	BOOL		Encender semáforo en ambar 2
<entradas/salidas>				
STW	1	INT		Palabra de estado a SCADA
ALRM	2	INT		Palabra de alarmas a SCADA
orden	3	INT		Orden recibida de SCADA
<público>				

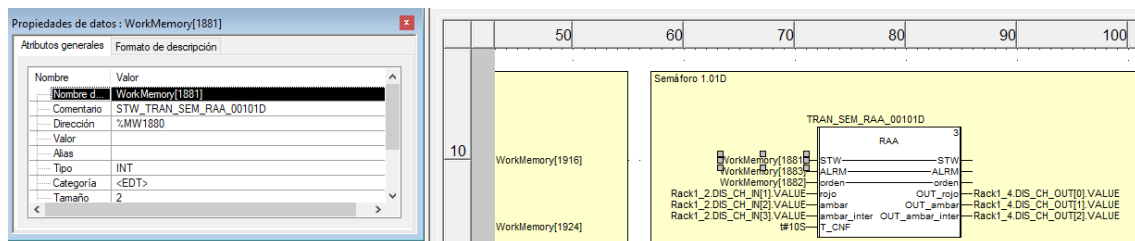
9.4.3.4.-ús de comentaris sobre els elements relatius a posicions de memòria (WORKMEMORY)

En aquest cas s'ha d'indicar a quin element es refereix l'ús d'aquest espai de memòria.

Exemple **no OK**:



Exemple **OK**:



El comentari registrat correspon a un literal descriptiu que indica a quin element està associat i quina és la seva implicació. STW_TRAN_SEM_Raa_00101D (Status Word i semàfor RAA)

Variables

Tipos de DDT

Bloques de funciones

Tipos de DFB

Filtro





Nombre

=

☒ EDT

☒ DDT

☒ IODDT

☒ Device DDT

Nombre	Tipo	Valor	Comentario	Alias
WorkMemory[1878]	INT			
WorkMemory[1879]	INT			
WorkMemory[1880]	INT			
WorkMemory[1881]	INT	1024	STW_TRAN_SEM_RAA_00101D	
WorkMemory[1882]	INT			
WorkMemory[1883]	INT			

9.4.4.- Llenguatges de programació

La programació dels PLCs ha d'estar d'acord amb la versió més actual de la norma IEC 61131-3, que defineix els següents llenguatges de programació:

- Diagrama de blocs de funcions (FBD) – llenguatge de diagrames de blocs seqüencials.
- Diagrames de tipus escala (LAD) – llenguatge del diagrama de relés (anomenat tipus escala).
- Text estructurat (ST)-llenguatge d'alt nivell com el de tipus de text estructurat (similar a C i especialment similar al Pascal).
- Llista d'instruccions (IL o STL) – llenguatge de tipus assemblador amb l'ús d'acumuladors.

- Diagrama de funcions seqüencials (SFC) – llenguatge de blocs de funcions seqüencials

Els llenguatges esmentats s'estructuren en dos grups:

- Els escrits (ST i IL o STL), on ST és el més usat i recomanat pel que fa a ús.
- Visuals (SFC, FBD i LAD), on el FBD és el més comunament utilitzat i recomanat pel que fa a ús.

A continuació es detallen els criteris genèrics que s'han de seguir en cadascun d'aquests tipus, tot centrant l'atenció en aquells llenguatges que són més estesos en cada cas.

9.4.4.1.-Programació escrita

Les directrius definides se centren en la programació ST, ja que la que més s'utilitza en llenguatges de programació escrita per PLC.

Declaració de variables clara i estructurada

Cada variable dins del codi font ha d'anar acompanyada d'un comentari per evitar consultar el detall fora del codi. Aquesta acció ajuda a seguir el codi amb més facilitat.

Exemple de bona pràctica (OK)

```
(* Ordenes *)
OFS:=0;           (*Orden de fuera de servicio*)
ODISP:=0;         (*Orden de disponible*)
OMANT:=0;         (*Orden de mantenimiento*)
ONMANT:=0;        (*Orden de no mantenimiento*)
OAF:=0;           (*Orden de ámba r fijo*)
OAI:=0;           (*Orden de ámba r intermitente*)
ORAI3:=0;         (*Orden de rojo con 3 segundos de ámba r fijo*)
OPARC:=0;         (*Orden de paro*)
```

Les diferents variables existents s'agruparan per blocs, en els blocs detallats a continuació, de manera que es poden identificar ràpidament:

- Ordres
- Estats
- Alarmes
- Sortides

Exemple de bona pràctica (OK)

```
(* Ordenes *)
OFS:=0;          (*Orden de fuera de servicio*)
ODISP:=0;        (*Orden de disponible*)
OMANT:=0;        (*Orden de mantenimiento*)
ONMANT:=0;       (*Orden de no mantenimiento*)
OAF:=0;          (*Orden de ámba fijo*)
OAI:=0;          (*Orden de ámba intermitente*)
ORAI3:=0;        (*Orden de rojo con 3 segundos de ámba fijo*)
OPARO:=0;        (*Orden de paro*)

(* Estados *)
STW.0:=FueraServicio;      (*Status Word Fuera de Servicio*)
STW.1:=Mantenimiento;      (*Status Word Mantenimiento*)
```

Aquest criteri pretén poder veure fàcilment els blocs de variables que s'utilitzen i no haver de buscar-los dins del codi.

Comentaris dins del codi

Cada bloc programat amb ST tindrà una primera part del comentari amb la finalitat d'aquest bloc, el nom de l'autor i la data de creació del mateix. En cas de canvi del mateix, aquest fet s'ha d'indicar en aquesta part de la capçalera.

Exemple: (OK)

```
(*****
* COPYRIGHT --
*****
* Programa: Semáforo ámba intermitente de dos cuerpos
* Autor:
* Cargo:
* Creado:
*****
* Implementación para el Control de Túneles de Barcelona
*****)
```

A més del resum inicial, s'inclouran comentaris clars i concisos durant el codi i amb especial interès a l'inici dels blocs de funcions, explicant el propòsit de la funció i indicant tant els paràmetres d'entrada com la sortida prevista.

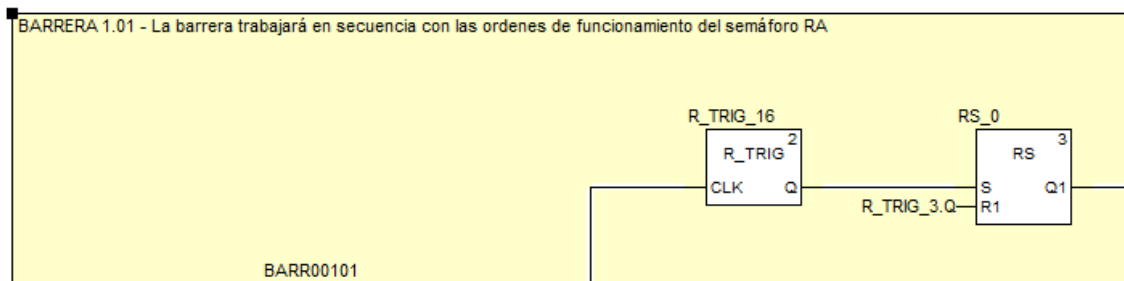
Per saber què passa a l'entrada d'una funció i què s'espera a la sortida.

9.4.4.2.-programació visual

Tot seguit es detallen criteris generals que han de ser aplicables per a qualsevol llenguatge de programació visual sobre PLCs.

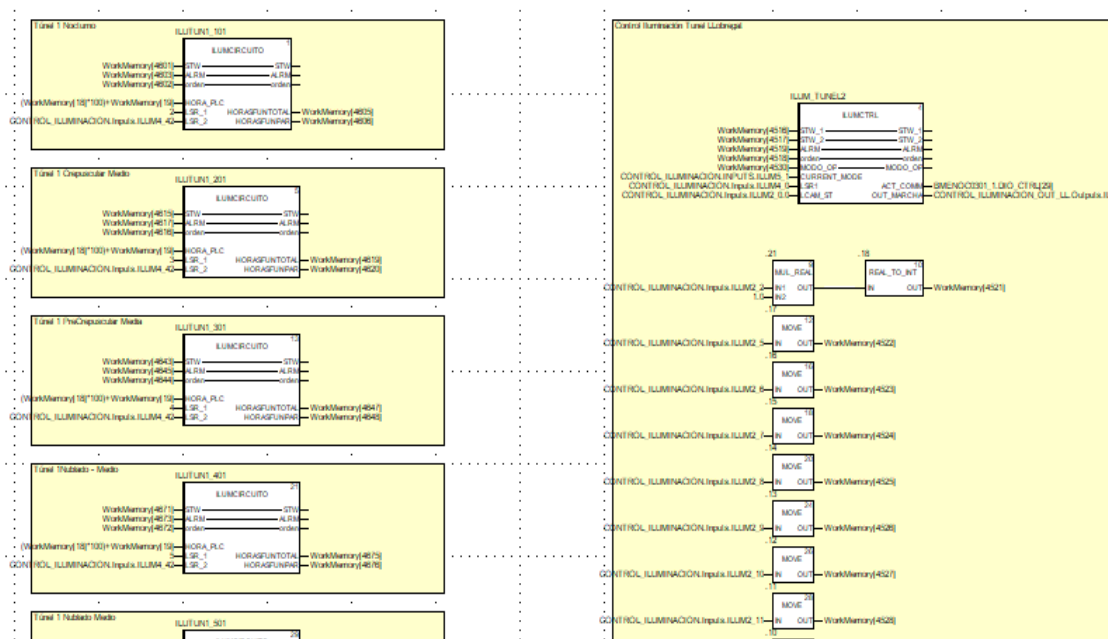
Tots els programes generats en aquest tipus de llenguatges visuals han de tenir **comentaris clars** que a mode de resum expliquin el propòsit de cada part del programa.

Exemple (OK)



Adicionalment, tots els elements que formen part d'aquest bloc han de quedar dins de "element de comentari" per tal que sigui fàcil identificar els diferents blocs funcionals de cada programa.

Exemple (OK)



9.5.- Proves unitàries

Cal disposar d'una sèrie de proves que permetin reproduir escenaris reals des de l'entorn de desenvolupament i que permetin validar el funcionament correcte del desenvolupament d'acord amb els requisits funcionals establerts a cada projecte.

Aquestes proves seran dissenyades, definides i acordades d'avantmà. S'originaran en el desenvolupament i posada en marxa inicials, i seran referència de comprovació quan el codi font es modifiqui abans de que els canvis passin a producció.

L'objectiu d'aquest protocol de proves és validar el correcte funcionament d'un programa de forma estandaritzada i pautada, de tal manera que els canvis aplicats no afectin negativament al programa. Abans de posar en producció qualsevol canvi, les proves unitàries s'hauran d'aplicar i completar satisfactòriament.

Pel que fa al desplegament de nous projectes, el programari de PLCs estarà inclòs en cada cas com un element més a treballar en el marc de les proves FAT i SAT.

Les proves FAT són les proves d'acceptació a fàbrica, i, dintre del que específicament cada plec determini, tenen com a objectiu revisar maquinari i programari involucrats, d'acord a una llista prèviament definida de paràmetres de funcionalitat, rendiment i qualitat.

Les proves SAT permeten ja sobre el terreny inspeccionar els sistemes a la seva ubicació final i executar un seguit de comprovacions que permetin garantir una posada en servei del sistema testejat sense problemes.

Les proves FAT i SAT comptaran amb la coordinació de la Direcció Facultativa i podran comptar amb la presència del personal del Departament de Grans Infraestructures de l'Ajuntament de Barcelona, que serà qui en última instància validarà els resultats obtinguts.

Aquesta secció contextualitza les proves FAT i SAT amb l'entorn de programació i les condicions específiques de cada projecte túnel, de manera que, cal definir abans del projecte, les proves a realitzar i el format de lliurament dels resultats de les mateixes entre l'equip de gestió de treball i desenvolupament.

Cal lliurar el resultat de les proves juntament amb el programari.

9.6.- Eines de validació de programari

Disposar d'una eina de validació de programari automàtic garanteix que tot el programari generat tingui una qualitat adequada. Aquestes eines es poden basar en programari lliure o en llicències de pagament.

Aquestes eines de validació prenen com a base la configuració realitzada a cada implantació (determinant el nivell d'alertes i llindars) i la normativa de bones pràctiques en cada llenguatge de programació analitzat. Permeten conèixer si un codi font està programat amb un determinat nivell de qualitat.

A partir de cada anàlisi, generen un informe de qualitat de programari que podrà ser utilitzat tant per l'equip de desenvolupament com per l'equip de gestió de projectes per determinar en quins aspectes s'ha de millorar un codi durant les diferents fases del projecte (desenvolupament i manteniment).

Així doncs, tot el codi de programació que formi part dels projectes de gestió dels túnels de l'Ajuntament de Barcelona, haurà de fer servir aquest tipus d'eines, amb l'objectiu que una vegada finalitzat el projecte de desenvolupament, es pugui presentar un informe que acrediti el nivell de qualitat del projecte de desenvolupament.

El desenvolupador proposarà a l'Ajuntament de Barcelona l'eina a utilitzar i els criteris de configuració. Tan bon punt es disposi de la validació de l'equip de Grans Infraestructures de l'Ajuntament, restarà establert un estàndar de desenvolupament pel què respecta a aquest àmbit.

Exemples d'aquest tipus d'eines:

- Eines genèriques: SonarQube (<https://www.sonarqube.org/>). Solució que abasta un gran nombre de llenguatges de programació.
- Eines especialitzades per PLC: PLC Checker (<https://www.itris-Automation.com/PLC-Checker/>).

9.7.- Eines pel control de versions

El codi font lliurat en el marc de qualsevol projecte associat a les Infraestructures de túnels de ciutat, passa en el seu lliurament a ser propietat de l'Ajuntament i esdevé un element viu a efectes de la definició d'una operativa de control de canvis.

Sigui a través d'eines específiques o sigui mitjançant l'operativa establerta pels mecanismes de l'Ajuntament de Barcelona, el control de versions del codi font és fonamental no només en la fase de desenvolupament, sinó també en la fase de manteniment correctiu i evolutiu futur de cada implementació.

Aquestes eines es poden implementar "On-Premise" o al núvol i ser llicenciades o gratuïtes.

Les més conegudes i àmpliament utilitzades són les següents:

- Tecnologia GIT: GitHub o Bitbucket
- Tecnologia SVN: Subversion

L'empresa desenvolupadora i/o mantenidora farà una proposta sobre quina eina utilitzar i el format de lliurament del programari, i el Departament de Grans Infraestructures de l'Ajuntament de Barcelona acordarà i validarà l'eina i format a utilitzar tot prenent en consideració la proposta remesa.

El lliurament del programari tot fent ús de l'eina escollida tindrà lloc un cop completat el seu desenvolupament o davant fita de finalització del contracte de manteniment que cobris aquest programari.

9.8.- Referència de bones pràctiques en programació

En el nivell de programació de PLCs, el criteri base és el compliment de l'estàndard de l'IEC, en aquest cas IEC 61131-3.

Per tal de concretar més en detall les bones pràctiques en matèria de qualitat del programari, seguirem els criteris definits al PLCopenPC2 Training Coding Guidelines.

En general pel que fa a estàndars i criteris farem servir les últimes versions actualitzades en cada moment.

Les principals bones pràctiques detallades en aquest document del PLCopenPC2 seràn d'aplicació en el nostre cas, i les detallem tot seguit.

Cal tenir en compte que algunes ja les hem pres en consideració per tal d'establir criteris i nomenclatura en aquest document en relació als projectes associats a la PGTR de l'Ajuntament de Barcelona.

9.8.1.- Regles associades amb nomenclatura

9.8.1.1.-Regles addicionals només per a variables

9.8.1.1.1.-Eviteu les direccions físiques

Descripció: es prohibeix l'ús d'adreces físiques en programes; s'ha de definir sempre una variable.

Raonament– l'ús d'adreces físiques fa que el codi sigui menys portable. Per utilitzar un programa en un fabricant diferent, o fins i tot una instància diferent del mateix fabricant, caldria editar-lo.

També fa que els programes siguin més difícils de seguir perquè sense una taula de símbols de referència pot ser difícil saber per a què s'utilitza cada adreça. Els canvis posteriors del sistema també són més propensos a errors, ja que es poden ometre o bé passar per alt algun accés a les adreces físiques.

9.8.1.2.-Tasques, programes, blocs de funcions, funcions, variables, UDTs i espais de noms

9.8.1.2.1.-Definiu els noms que cal evitar

Descripció: definiu les paraules que voleu evitar en els noms dels objectes.

Raonament– En molts casos, les paraules clau i les paraules reservades s'han d'evitar, ja que creen errors de compilació. Fins i tot en els casos en què el compilador ho permeti, s'ha d'evitar, ja que pot provocar confusió i en general dificultar el manteniment.

Si voleu que el vostre codi sigui portable a diferents plataformes, heu d'evitar les paraules reservades de totes les plataformes. Truncar paraules de tres lletres i abreviatures pot ser

enganyós i confús. Si és necessari, s'hauria de definir una llista d'abreviatures acceptables (com ara Max, Min, temp, IP, Op, etc.) i les abreviatures comunes de la vostra activitat.

Aquestes són les paraules clau/llista de paraules reservades per l' IEC 61131-3 Ed. 3

ABS	END_IF	LEFT	REF_TO	UINT
ABSTRACT	END_INTERFACE	LEN	REPEAT	ULINT
ACOS	END_METHOD	LINT	REPLACE	UNTIL
ACTION	END_NAMESPACE	LIMIT	RESOURCE	USING
ADD	END_PROGRAM	LN	RETAIN	USINT
AND	END_REPEAT	LOG	RETURN	VAR
ARRAY	END_RESOURCE	LREAL	RIGHT	VAR_ACCESS
ASIN	END_STEP	LT	ROL	VAR_CONFIG
AT	END_STRUCT	LTIME	ROR	VAR_EXTERNAL
ATAN	END_TRANSITION	LTIME_OF_DAY	RS	VAR_GLOBAL
ATAN2	END_TYPE	LTOD	SEL	VAR_IN_OUT
BOOL	END_VAR	LWORD	SHL	VAR_INPUT
BY	END_WHILE	MAX	SHR	VAR_OUTPUT
BYTE	EQ	METHOD	SIN	VAR_TEMP
CASE	EXIT	MID	SINGLE	WCHAR
CHAR	EXP	MIN	SINT	WHILE
CLASS	EXPT	MOD	SQRT	WITH
CONCAT	EXTENDS	MOVE	SR	WORD
CONFIGURATION	F_EDGE	MUL	STEP	WSTRING
CONSTANT	F_TRIG	MUX	STRING	XOR
CONTINUE	FALSE	NAMESPACE	STRING#	
COS	FINAL	NE	STRUCT	
CTD	FIND	NON_RETAIN	SUB	
CTU	FOR	NOT	SUPER	
CTUD	FROM		T	

DATE	FUNCTION	NULL	TAN
DATE_AND_TIME	FUNCTION_BLOCK	OF	TASK
DELETE	GE	ON	THEN
DINT	GT	OR	THIS
DIV	IF	OVERLAP	THIS
DO	IMPLEMENTS	OVERRIDE	TIME
DT	INITIAL_STEP	PRIORITY	TIME_OF_DAY
DWORD	INSERT	PRIVATE	TO
ELSE	INT	PROGRAM	TOD
ELSIF	INTERFACE	PROTECTED	TOF
END_ACTION	INTERNAL	PUBLIC	TON
END_CASE	INTERVAL	R_EDGE	TP
END_CLASS	LD	R_TRIG	TRANSITION
END_CONFIGURATION	LDATE	READ_ONLY	TRUE
END_FOR	LDATE_AND_TIME	READ_WRITE	TRUNC
END_FUNCTION	LDT	REAL	TYPE
END_FUNCTION_BLOCK	LE	REF	UDINT

9.8.1.2.2. Definir l'ús de majúscules

Descripció: l'ús de lletres majúscules en noms d'objectes ha de ser clar i consistent en tot el projecte.

Norma:

Utilitzeu la mateixa majúscula per a cada instància d'objecte, encara que l'eina/compilador no ho requereixi. Es proposen les següents pautes:

- Utilitzeu UPPER_SNAKE_CASE (paraules en majúscula i separades pel guió baix) per a CONSTANTS i tipus de dades i paraules clau definides per l'usuari (com ara BOOL, FOR, TYPE i END_TYPE).

- Utilitzeu UpperCamelCase (sense espais i començant amb majúscules) per a tots els altres elements de diverses paraules, com ara mètodes o funcions.

Exemple:

No OK:

STARTMOTOR (); No utilitzeu totes les capitals perquè confon amb constants.
startmotor (); No utilitzeu el mateix cas que és difícil de llegir

OK:

StartMotor (); // UpperCamelCase fa que sigui ràpid per llegir

No OK:

Declaració d'un tipus de dades estructurades (IEC 61131-3 6.4.4.6.1 tipus de dades estructurades)) tipus ANALOG_SIGNAL_RANGE: (BIPOLAR_10V, UNIPOLAR_10V);
ANALOG_DATA: INT (-4095.. 4095); ANALOG_CHANNEL_CONFIGURATION: GAMMA STRUCT:
ANALOG_SIGNAL_RANGE; MIN_SCALE: ANALOG_DATA; MAX_SCALE: ANALOG_DATA;
END_STRUCT; END_TYPE

Correcte:

TYPE ANALOG_SIGNAL_RANGE: (Bipolar10Volt, Unipolar10Volt); ANALOG_DATA: INT (-4095...
4095); ANALOG_CHANNEL_CONFIGURATION: gamma STRUCT: ANALOG_SIGNAL_RANGE;
MinScale: ANALOG_DATA; MaxScale: ANALOG_DATA; END_STRUCT; END_TYPE

9.8.1.2.3.-Els noms locals no han de coincidir amb els noms globals

Norma-no utilitzeu noms idèntics per a programa de tasques, funcions, i blocs de funcions, variables, tipus definits per l'usuari, i espais de noms.

Raonament-Fer servir el mateix nom per a diferents objectes dificulta la lectura del codi. Fins i tot si la compilació és possible, els errors de llegibilitat poden introduir errors en el programa. La portabilitat d'aquest codi tampoc no pot ser garantida. Fins i tot dins de diferents espais de noms, el millor és evitar aquesta confusió.

Exemple:

No OK:

VAR_GLOBAL

MyCalculation: REAL; // Declaració de variable global

END_VAR

FUNCTION_BLOCK Myfirstcalculation // Declaració de tipus global

Var

```
MyCalculation: REAL; // Declaració de variable local
// qualsevol accés al FB accedeix a aquesta variable
END_VAR
```

OKe:

```
VAR_GLOBAL
```

```
GlobalCalculationResult: REAL; // Declaració variable global END_VAR
```

9.8.1.2.4. Definiu una longitud de nom acceptable

Descripció: tots els elements amb nom han de tenir una identificació d'una longitud acceptable. Això està relacionat amb tasques, POU, funcions i blocs de funcions i variables.

Norma:

- Mínim. Proposta: 8 caràcters o 3 caràcters per als noms locals.
- Màxim. Proposta: 25 caràcters.
- De mitjana: Mantingueu el màxim de 15 caràcters.
- No utilitzeu abreviatures a menys que necessiteu escurçar el nom. Tingueu en compte que les abreviatures siguin ben conegudes.
- Eviteu els noms que siguin molt semblants o diferents per si de cas. Per exemple, eviteu utilitzar noms com a variables i variables.

Exemple:

NO OK:

```
FUNCTION Go : BOOL; ...//massa curt
```

```
FUNCTION aaa: INT; ...//nom sense significat
```

```
FUNCTION ReadAndScaleTheTemperatureInput: REAL; ...//Massa llarg
```

OK

```
FUNCTION StartFeeding: BOOL; // el nom és explicatiu de la funció
```

```
FUNCTION ReadTemperature: REAL; // nom prou curt i explicatiu
```

9.8.2.- Regles per als comentaris

9.8.2.1.-Els comentaris descriuran la intenció del codi

Descripció: tot el codi ha de tenir una explicació feta mitjançant un comentari, la qual cosa no vol dir que hi hagi d'haver una línia de comentari per a cada línia de codi.

Norma: Reviseu el codi per assegurar-vos que s'explica amb un comentari, pot ser:

- Al final de la línia de codi.
- Comentari separat, immediatament abans del codi.
- Comentari de funció/bloc de funció, si el codi és prou petit per ser plenament explicat pel comentari.
- Comentari del programa, si el codi és prou petit per ser plenament explicat pel comentari.

Exemple:

NO OK:

Blocs de codi sense comentaris:

```
IF IsValid(TCInput) THEN
    Temperature      :=    TCInput,
    TCScale+TCOffset;
ELSE
    TCBadQuality := TRUE;
END_IF
```

Comentaris que no aporten valor al codi:

```
IF IsValid(TCInput) THEN
    // TCInput és vàlid
    Temperature      :=    TCInput,
    TCScale+TCOffset;
ELSE
    //TCInput no és vàlid
    TCBadQuality := TRUE;
END_IF
```

Comentaris aporten valor:

```
IF IsValid(TCInput) THEN
    //Escalat de Temperatura
    Temperature      :=    TCInput,
    TCScale+TCOffset;
ELSE
    // error llegint el valor
    // de la Temperatura
    TCBadQuality := TRUE;
END_IF
```

En aquest cas tot el bloc té un comentari:

```
// Comprobar un nou màxim
// de lectura de Temperatura

ManReading := nReadings[0];

For index := 1 to 10 DO
    IF nReadings[Index]> ManReading
    THEN
        Manreading                :=
nReadings[Index]
    END_IF;
END_FOR;
```

OK

9.8.2.2. tots els elements s'han de comentar

Descripció: tots els elements POU (Programa, Bloc de Funció i Funció), Tasca, Tipus definits per l'usuari, Recurs i Variable s'explicaran mitjançant un comentari.

Norma: Inclogueu comentaris clars per a tots els elements, incloses Tasques, Programes, Blocs de Funcions, Funcions, Tipus definits per l'usuari, Variables i Recursos.

9.8.2.3. Els comentaris no han d'incloure el codi

Descripció: No han d'haver-hi línies de codi a mode de comentari dins del propi codi.

Norma: En les versions alliberades dels programes no ha d'haver-hi codi en els comentaris, fins i tot es recomana evitar aquesta pràctica durant les fases del desenvolupament i depuració.

9.8.2.4. Establir l'idioma dels comentaris

Descripció: és important establir l'idioma dels comentaris per tal que sigui el mateix en tot el projecte.

Norma: Utilitzeu idioma català per a tots els comentaris.

9.8.3.- Recomanacions de programació

9.8.3.1 L'accés a un element serà pel nom

Descripció: Quan es fa referència a elements definits per l'usuari, com ara objectes o estructures, les referències s'han de fer utilitzant el nom de l'element i no utilitzant un desplaçament entre l'inici de l'estructura i la posició de l'element a la memòria.

Norma: s'ha d'evitar l'accés a un membre per desplaçament.

No OK

```
STRUCT EXAMPLE_STRUCT
  X : DINT
  Y : BOOL;
  Z : STRING[40];
END_STRUCT;

VAR
  instance : EXAMPLE_STRUCT AT %MW500;
END_VAR
// Write the first character of Z:
%MW504 := 'E';
```

OK

```
instance.Z[1] := 'E';
```

9.8.3.2. El 'Dead Code' ha de ser esborrat

Descripció: L'anomenat 'Dead Code', qualsevol codi que no s'executi mai, ha de ser eliminat.

Norma: totes les parts de l'aplicació han de ser accessibles en algun moment pel programa, qualsevol codi que no és "Dead code", ha de ser eliminat del programa.

9.8.3.3. totes les variables s'inicialitzaran abans de ser utilitzades

Descripció: una variable ha de ser inicialitzada abans de ser llegida per una altra part del codi, independentment del cicle: inici en fred, inici calent, primer cicle, cicle normal.

Norma: Segons l'IEC 61131-3, totes les variables tenen valors inicials predeterminats. Si el sistema de programació no suporta aquesta funció (per exemple, per a ARRAY), l'usuari ha d'inicialitzar explícitament les variables en el programa d'usuari.

- L'ús d'una inicialització en la declaració variable és bo, però el comportament pot ser diferent depenent de si es tracta d'un inici en fred o en calent.
- L'ús de codi per inicialitzar explícitament la variable és una manera fàcil de llegir i mantenir.

En crear tipus definits per l'usuari, especifiqueu un bon valor inicial predeterminat. No cal definir explícitament cap variable creada d'aquest tipus.

9.8.3.4. S'ha d'analitzar la informació d'error

Descripció: Sempre que estigui disponible, s'analitzarà la informació d'error retornada per una funció i es gestionarà correctament la condició d'error.

Regla: Després d'una crida a una funció que retorna informació d'error, la informació d'error retornada s'ha de provar, i finalment el comportament del procés s'ha de canviar en cas d'error.

No OK

```

+-----+
| Instance |
Cond -|En   Eno |-
Eff1 -|P1   Out |- Result
Eff2 -|P2 xError |-
      -|P2 iError |-
      |           |
+-----+

+-----+
|   ADD   |
|-----| En  Eno |-
Result -| i1  Out |- CriticalThreshold
10000 -| i2         |
+-----+

```

En aquest cas, el resultat s'utilitza directament sense verificar la informació de l'error i després es canvia el llindar de CriticalThreshold fins i tot en el cas que hagués hagut un error provocat per la crida a la instància.

OK

```

+-----+
| Instance |
Cond -|En   Eno |-
Eff1 -|P1   Out |- Result
Eff2 -|P2 xError |- xError
      -|P2 iError |- iError
+-----+

```

```

+-----+
| xError | ADD |
|---| |---| En Eno |-
| Result -| i1 Out |- CriticalThreshold
10000 -| i2 |
+-----+

```

En aquest cas, la informació d'error generada per la crida d'instància s'utilitza de forma efectiva i després el CriticalThreshold no canvia.

9.8.3.5 Comparació dels valors decimals no serà igual o no iguals.

Descripció: Es prohibeix l'ús d'operadors d'igualtat o desigualtat per detectar el llindar amb la variable de coma flotant.

Norma: La comparació entre variables de coma flotant ha d'utilitzar només els següents operadors: estricte menor que (<), menor o igual que (<=), estricte més gran que (>), superior o igual (>=).

Raonament: l'operador d'igualtat requereix una igualtat estricta entre operands. En utilitzar el número de coma flotant, aquesta igualtat gairebé no és mai i la desigualtat és gairebé sempre.

No OK

```

IF TEMP - OLD_Temp = 0.1 THEN
    // execution of this branch is sensitive to rounding errors
    ....
END_IF;

```

OK

```

IF TEMP - OLD_TEMP < 0.1 THEN
    // executed code
END_IF;

```

9.8.3.6. Comparació de temps i mesures físiques no han de ser la igualtat o la desigualtat

Descripció: Està prohibit l'ús d'operadors d'igualtat o de desigualtat per detectar el llindar amb temps o informació de mesura física, fins i tot en format sencer.

Norma: La comparació entre la informació del temps o les mesures físiques només ha d'utilitzar els operadors següents: estrictament inferior a (<), inferior o igual a (<=), estrictament major que (>), superior o igual (>=).

Raonament: l'operador d'igualtat requereix una igualtat estricta entre operands. Quan s'utilitza informació de temps o mesura física, aquesta igualtat pot no complir-se i la desigualtat gairebé sempre es compleix.

No OK

```
IF Distance - InitialPosition = 12 THEN
    // execution of this branch is sensitive to missing measured
    // values
    ....
END_IF;

IF T5.Et = T#10s then
    // Stop the process
END_IF;
```

OK

```
IF Distance - InitialPosition - 12 < ERROR_MARGIN THEN
    // executed code
END_IF;

or

IF T5.Et - T#10s < T#100MS THEN
    // executed code
END_IF;
```

9.8.3.7 . Les POU no poden cridar-se a sí mateixes directament o indirecta

Descripció: La recursió no s'ha d'utilitzar en una aplicació.

Norma: Un algoritme recursiu ha de ser substituït per un algoritme iteratiu.

Raonament: Els algoritmes recursius típicament consumeixen espai de pila per a cada crida. Una recurrència profunda pot provocar fallides de sistema. El suport de crides recursives de POU pot fer que el programa sigui menys portable.

NO OK

S'utilitza recursivitat per calcular el valor d'una operació factorial.

```
FUNCTION Factorial : INT
VAR_INPUT
  X : INT;
END_VAR
IF X > 1 THEN
  Factoriale := Factorial(X - 1) * X;
ELSE
  Factorial := X;
END_IF;
END_FUNCTION;
```

OK

S'elimina la recursitat i al seu lloc es fa servir la iteració FOR :

```
FUNCTION Factorial : INT
VAR_INPUT
  X : INT;
END_VAR
VAR_LOCAL
  Acc : INT;
END_VAR
FOR I IN 1..X DO
  Acc := Acc * X;
END_FOR;
Factorial := Acc;
END_FUNCTION;
```

9.8.3.8. POU's ha de tenir un únic punt de sortida

Descripció: Cal evitar la instrucció RETURN per sortir de les POU. La instrucció RETURN s'utilitzarà només per retornar explícitament el valor d'una funció.

Norma: L'estructura de POU s'ha de canviar per evitar l'ús de la instrucció RETURN abans del final del codi. Si el llenguatge de programació és text estructurat, s'han d'utilitzar expressions condicionals, utilitzeu una etiqueta al final del POU i la instrucció JUMP per saltar a aquesta darrera etiqueta.

9.8.4.- Llenguatges

9.8.4.1.-Function Block Diagram FBD

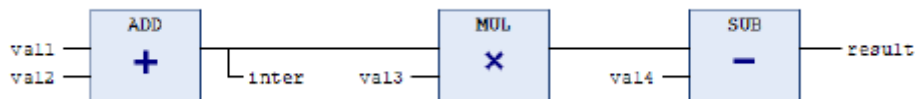
9.8.4.1.1.- Eviteu assignacions de resultats intermedis dins de les xarxes

Descripció: Eviteu l'assignació de resultats intermedis dins de les xarxes.

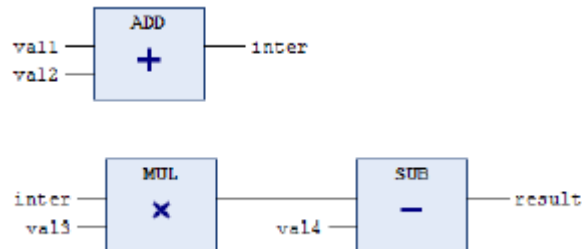
Norma: En les xarxes de Diagrames de blocs de funció, s'ha d'evitar l'assignació de variables entre blocs.

Raonament: Els efectes secundaris en les xarxes són difícils de veure si s'utilitza aquesta construcció.

No OK



OK



9.8.4.1.2. Cal definir la complexitat màxima d'una xarxa concreta

Descripció: Definiu la complexitat màxima permesa per a una xarxa, per exemple, limitant el nombre d'elements.

Norma: Les xarxes de diagrama de blocs de funcions s'han de mantenir a un màxim de 32 elements (funcions, blocs de funció) per xarxa.

Raonament: Els algorismes complexos redueixen la llegibilitat i augmenten la probabilitat de malentesos i errors. Quan un diagrama creix, no es pot visualitzar en una sola pantalla

(tot i que depèn de la mida de la pantalla i del factor de zoom). Els diagrames grans que contenen massa elements suggereixen la necessitat de dividir-se en més diagrames o sots-diagrames, cadascun amb una acció diferent.

9.8.4.3 . Text estructurat (ST)

9.8.4.3.1.-Definiu regles de format generals

Descripció: Definiu regles de format generals i utilitzeu-les coherentment en el programa.

Guia:

Secció A:

- Col·loqueu un únic caràcter d'espai al voltant dels operadors (com ara + i *) i l'assignació, excepte quan s'utilitzi en llistes de paràmetres formals.
- Per als operadors unaris que no són paraules clau, no col·loqueu espai entre operand i operador, col·loqueu un espai a l'altre costat.
- No hi ha espai després de l'obertura ' (o abans de tancar el parèntesi) ' '
- Un espai abans de ' (i un després) ' en expressions
- No hi ha espai abans de ' (i després) ' en crides
- No hi ha espai abans de punt i coma; '
- No hi ha espai abans dels dos punts: '. Un espai posterior
- No hi ha espais en blanc al final d'una línia.
- Situeu sempre un espai després d'una coma ", " que no acabi una línia.
- En una matriu no hi ha espai abans i després dels claudàtors []

Secció B:

- Quan es col·loquen diversos paràmetres en diverses línies, han de començar en la mateixa columna.
- Quan la llargada de la línia no s'excedeixi, col·loqueu THEN/DO etc. en la mateixa línia que IF/WHILE
- Quan necessiteu posar una expressió en diverses línies, comenceu les línies següents amb l'operador.

Secció C:

- Useu AND i no ' & '
- Useu TRUE i FALSE, no 0 i 1 pels valors booleans.

Raonament: El format coherent fa que sigui més fàcil de llegir un programa.

No OK:

```
If pump.temperature>90 & pump.running
then
pump. speedmode: TM lenta; end_if;
```

OK:

```
IF (Pump.Temperature >= 90) AND Pump.Running THEN
Pump.SpeedMode := SLOW;
END_IF;
```

8.4.3.2. Eviteu l'ús de les instruccions CONTINUE i EXIT

Descripció: Les instruccions de bifurcació d'execució CONTINUE i EXIT no s'han de fer servir al text estructurat. Això també inclou instruccions específiques d'implementació com GOTO o JUMP.

Norma: La majoria de les instruccions de bifurcació d'execució es poden reemplaçar amb instruccions estructurades com instruccions condicionals (IF THEN o CASE) o declaracions de bucle (WHILE, FOR, REPEAT).

Don't:	Do:
<pre>// Count number of elements in error Count:= 0; FOR index:= 1 TO 20 DO IF NOT bError[index] THEN // Not in error so skip to next element CONTINUE; END_IF; Count:= Count + 1; END_FOR;</pre>	<pre>// Count number of elements in error Count:= 0; FOR index:= 1 TO 20 DO IF bError[index] THEN // Another element in error Count:= Count + 1; END_IF; END_FOR;</pre>

FOR loops using EXIT can iterate less times than expected. Rewrite the loop to expect an early exit:

Don't:	Do:
<pre>J:= 101; FOR index := 1 TO 100 DO IF WORDS[index] = 'KEY' THEN J:= index; EXIT; END_IF; END_FOR;</pre>	<pre>index:= 1; WHILE index <= 100 AND WORDS[index] <> 'KEY' DO index:= index+1; END_WHILE; J:=index;</pre>

8.4.3.3. Definir la longitud màxima de la línia

Descripció: Heu de definir la longitud màxima de la línia.

Norma: Utilitzeu una longitud màxima de línia de 80 caràcters.

Raonament: Tot i que algunes eines i compiladors poden suportar longituds de línia molt llargues, resulta difícil de llegir. Es requereix molt moviment panoràmic i desplaçament (es perd el context i el nivell de sagnia) o zoom, la qual cosa pot fer que el text sigui massa petit per llegir. Per obtenir la màxima portabilitat i llegibilitat, establiu la longitud màxima de la vostra línia a un valor no superior a 80.

No OK

```
translatePwr (power := maxEse, powerFactor := 10.0, mode := mode,  
const := const, clusterVoltage := clusterVoltage, current =>  
maxCurrentEse);
```

OK

```
translatePwr (power := maxEse,  
powerFactor := 10.0,  
mode := mode,  
const := const,  
clusterVoltage := clusterVoltage,  
current => maxCurrentEse);
```

8.4.4.4. Variables de bucle no s'han de modificar dins d'un bucle for

Descripció: l'estàndard estableix "la variable de control, valor inicial, i el valor final ha de ser expressions del mateix tipus d'enter i no ha de ser alterada per cap de les declaracions repetides".

Norma: Està prohibit modificar les variables de bucle dins d'un bucle FOR.

Raonament: La instrucció FOR s'utilitza si el nombre d'iteracions es pot determinar amb antelació; en cas contrari, s'utilitzen les construccions WHILE o REPEAT. La modificació durant l'execució pot causar un comportament inesperat, incloent bucles infinits, i pot ser difícil de depurar i mantenir.

NO OK

```
// This loop is not fine
j:= 11;
FOR i := 0 TO 10 BY 2 DO
    IF WORDS[i] = 'Key' THEN
        j := i ;
        i := 10; // The loop variable should not be written here
    END_IF;
END_FOR;
```

OK

```
// This loop is fine
i:= 0;
WHILE i <= 10 AND WORDS[i] <> 'KEY' DO
    i := i + 2;
END_WHILE;
j := i;
```

8.4.4.5.- Els paràmetres d'aprovació han de ser clars

Descripció: Passar paràmetres en ST a funcions i invocacions de blocs de funcions i crides a mètodes ha de ser clar: quins paràmetres són quins i si són d'entrada o de sortida.

Norma:

- Per a les funcions i blocs de funció "estàndard" de l'IEC, utilitzeu el tipus d'invocació no formal.
- Per a les funcions definides per l'usuari i els blocs de funcions, useu el tipus formal d'invocació IEC per nomenar cada argument, i utilitzeu els operadors := i => per ressaltar l'ús d'entrada o sortida i ordenar en entrades, sortides i paràmetres d'entrada i sortida.
- Quan els paràmetres s'han d'ometre o la quantitat de paràmetres és gran, utilitzeu el tipus d'invocació formal amb cada paràmetre escrit en una línia separada. Cada línia ha de tenir un comentari que descrigui l'argument i el seu ús (no s'ha de confondre amb el comentari del paràmetre genèric en la definició de FB).

Raonament: L'ús de noms de paràmetres significatius fa que el codi sigui inequívoc. L'ús dels operadors := i => també obliga els desenvolupadors a considerar quina variable esperen sobreesciure. Tanmateix, per tal d'evitar llargues cues i fer que sigui més fàcil de llegir, de vegades calen diverses línies.

Totes les funcions IEC estàndard (com les funcions numèriques i aritmètiques) han de ser portables i reconeixibles, per la qual cosa l'IEC 61131 secció 2.5.1.1 recomana que s'utilitzi el tipus d'invocació no formal.

No OK

```
// Avoid the non-formal invocation type for custom FBs and long
invocations
A := MyFunction(Bee, 5);
MC_Home(Axis:=var0, Execute:=var1, Done:=var2, Busy:=var3,
CommandAborted:=var4, Error:=var5, ErrorID:=var6);
```

OK

```
---
// Use formal argument list: MyFunction will not modify Bee
A := MyFunction(In:=Bee, Max:=5);

MC_Home(Axis:=ShuttleAxis,      // Home the shuttle axis
Execute:=DoHome,               // at the timing DoHome
Done:=HomeDone,                // shuttle at home position
Busy:=ShuttleMoving,           // shuttle is currently homing
CommandAborted:=HomeAborted,    // shuttle homing aborted
Error:=HomeError,              // error during operation
ErrorID:=HomeErrorID);         // error code if error flag set
```

8.4.4.6. Utilitzeu parèntesis per expressar explícitament la precedència de l'operació

Descripció: Quan utilitzeu operadors amb una precedència similar, utilitzeu parèntesis per evitar ambigüetat.

Norma: En una expressió de text estructurat amb operadors AND/OR/= o +/-, utilitzeu parèntesis per especificar explícitament l'ordre d'avaluació.

Raonament: La precedència dels operadors pot canviar entre implementacions. Quan un desenvolupador veu una expressió ambigua, pot haver de perdre temps a causa de suposicions sobre la precedència.

No OK

```
IF A AND B OR C AND D THEN
...
END_IF;
```

OK

```
IF (A AND B) OR (C AND D) THEN
...
END_IF;

or

IF A AND (B OR C) AND D THEN
...
END_IF;
```


8.4.4.7. Cada instrucció IF ha de tenir una clàusula ELSE

Descripció: Per a cada instrucció IF en el codi, ha d'estar present una clàusula ELSE.

Norma: Per a cada instrucció IF en text estructurat, el desenvolupador ha d'afegir una altra clàusula ELSE per tal de garantir que tots els casos estiguin contemplats.

Raonament: És una programació defensiva. El desenvolupador sempre ha de tenir present què passarà si la condició és falsa.

No OK

```
IF some_condition THEN
    // some code
    ...
END_IF;
```

OK

```
IF some_condition THEN
    // some code
    ...
ELSE
    // Nothing needs to happen in this case ! (Deliberate choice)
;
END_IF;
```

9.8.5.- Extensions IEC 61131-3 específiques del fabricant

9.8.5.1. No s'utilitzarà l'assignació de memòria dinàmica.

Descripció: L'aplicació no es basarà en la funció d'assignació dinàmica proporcionada per un PLC ni implementarà el seu propi mecanisme d'assignació de memòria.

Norma: L'assignació dinàmica està prohibida.

Raonament: L'assignació de memòria dinàmica té un comportament indefinit, no documentat, i definit per la implementació. Pot conduir a pèrdues de memòria, inconsistència de dades, esgotament de la memòria i comportament no determinista.

9.8.5.2. No són permeses operacions aritmètiques per manipular punters

Descripció: Els únics operadors permesos per manipular els punters són la igualtat i la desigualtat. El desenvolupador no utilitzarà l'aritmètica del punter per calcular una posició en una memòria per accedir a més dades.

Norma: Ha de ser limitat i s'utilitza només per a l'accés a la matriu.

Raonament: L'aritmètica del punter depèn de la implementació i la comprensió d'aquest codi i requereix d'una comprensió profunda dels components interns del PLC. Aquesta pràctica només era acceptable a causa de la manca d'abstraccions d'alt nivell com estructura, blocs de funcions i matrius, però ara que estan disponibles, s'han d'utilitzar en comptes de l'aritmètica del punter. A més, com s'ha esmentat en anteriors apartats, no s'han d'usar adreces físiques per manipular dades.

9.8.5.3. Algunes instruccions de comparació no s'utilitzaran per la manipulació de punters o referències

Descripció: els operadors $\leq$, $\geq$, $<$ i $>$ no s'utilitzaran en punters o referències. Només es permeten els operadors d'igualtat i diferència. Si és necessari l'ordre, el desenvolupador utilitzarà una matriu explícita per tal que es conegui el posicionament relatiu de les variables.

Norma: La igualtat i la desigualtat de punters estan permeses; tots els altres operadors de comparació estan prohibits.

Raonament: Aquesta regla està relacionada amb altres normes relatives a l'assignació de variables en memòria.

No OK

```
// Wrong example
VAR
  x: POINTER;
  y: POINTER;
END_VAR
...
IF X^ < Y^ AND X < Y THEN -- the comparison X and Y is not allowed
  TEMP := X^;
  X^ := Y^;
  Y^ := TEMP;
END_IF;
```

OK

```
// Good example - the usage of array is more explicit and relies
// on wide used arrays
VAR
  Values : ARRAY [1..50] OF INT;
  IndexX : INT;
  IndexY : INT;
END_VAR
IF Values[IndexX] < Values[IndexY] AND IndexX < IndexY THEN
  TEMP := Values[IndexX];
  Values[IndexX] := Values[IndexY];
  Values[IndexY] := TEMP;
END_IF;
```

10.- Glossari

POU

El model de programari PLC, tal com es defineix a la Norma IEC 61131-3, controladors programables-part 3: llenguatges de programació ,consta, en el nivell superior, d'una configuració. La configuració defineix l'estructura del maquinari i la lògica del sistema PLC i conté recursos (el PLC, per exemple), que pot executar programes. Aquests recursos són controlats per tasques, que invoquen l'execució de blocs de programari que conformen el projecte PLC. El document fa referència a la unitat d'organització POU (Programm Organization Unit) i als blocs funcionals indistintament.

UDT

User Defined Data Types (UDTs) s'utilitzen habitualment en la programació de PLCs per agrupar dades i maximitzar la reutilització del codi. Aquesta estructura permet a l'usuari combinar qualsevol dels tipus de dades existents en un paquet que es pugui tornar a aplicar molts cops al programa, i que es pugui exportar i importar a altres estructures.

PGTR

Plataforma de gestió en temps real, aquest document es refereix explícitament a la plataforma de control remot de la infraestructura corporativa de l'Ajuntament de Barcelona, en la qual s'integren progressivament els diferents túnels urbans de la ciutat de Barcelona.

Historian client

Eines d'anàlisi de dades Wonderware.

Application Object

Es tracta d'un objecte del servidor d'aplicacions Wonderware que representa algun element de l'aplicació (física o lògica).

Àrea

És un objecte del Wonderware Application Server que agrupa les diferents instàncies segons el model lògic que s'aplica al projecte.

Bootstrap

Són els serveis mínims del Wonderware Application Server necessaris per poder desplegar les instàncies de la nostra galàxia sobre un equip.

DAServer/OPCServer

Wonderware Driver per establir comunicacions (I/O) amb dispositius externs.

DIOject

Es tracta d'un objecte del Wonderware Application Server que representa la comunicació amb dispositius externs, que ens ajuden a realitzar la integració amb qualsevol dispositiu. Funcionen com a traductors entre la resta d'objectes de la galàxia (protocol MX) i dispositius externs (DDE, Suitelink, OPC, MODBUS, Profibus, etc.).

Engine

Es tracta d'un objecte de Wonderware Application Server que realitza la funció del motor d'aplicació, llançant tots els processos que executen la lògica programada dins dels objectes continguts en ella.

Framework

En el desenvolupament de programari, un Framework és una estructura de suport sobre la qual un altre projecte de programari es pot organitzar i desenvolupar. També es considera un framework com el conjunt de processos i tecnologies per resoldre un problema complex.

Pel que fa a Wonderware, és una aplicació que ens permet crear un espai de noms lògic unificat, que amb una col·lecció d'objectes ens permet crear un sistema d'automatització.

GR (Galaxy Repository)

És el component de servidor d'aplicacions de Wonderware que permet emmagatzemar galàxies en una base de dades i implementar les instàncies creades en una galàxia.

IDE (Integrated Development Environment)

És l'entorn de desenvolupament de servidors d'aplicacions Wonderware que permet modificar el contingut d'una galàxia, tant a nivell de desenvolupament d'objectes com a nivell de la seva execució.

Instància (instance)

Pel que fa a Wonderware és la representació única d'una plantilla on s'especifiquen les característiques que la diferencien de les altres instàncies.

InTouch

Producte de Wonderware que realitza les funcions del node de visualització i/o l'estació d'operador.

KPI (Key Performance Indicator)

Són indicadors de rendiment per al control d'aspectes concrets del negoci.

LogViewer

Eina de Wonderware que registra tota la informació relacionada amb els productes de Wonderware sobre l'activitat que es produeix a l'ordinador.

OPC (OLE Process Control)

És un estàndard de comunicació en l'àmbit del control i supervisió de processos.

Plantilla (template)

Pel que fa a Wonderware és el motlle o prototip que és creat mitjançant l'abstracció, on es defineixen els atributs i les accions comunes a una entitat.

Platform

És un objecte de Wonderware Application Server amb les infraestructures bàsiques que permeten integrar ordinadors dins d'una galàxia.

SCADA

Un acrònim de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisió, Control i Adquisició de dades). Un SCADA és un sistema basat en computadors que permet monitoritzar i controlar de forma remota una instal·lació de qualsevol tipus.

SMC (System Management Console)

Eina de Wonderware per a la realització de tasques d'administració, manteniment i diagnòstic centralitzat dels diferents components que formen part de la System Platform.

SQL (Structured Query Language)

És un llenguatge estàndard per a la comunicació amb bases de dades. (L Server, MySQL...).

Wonderware Application Server

Eina de Wonderware per a la implantació de Sistemes basat en l'aplicació de Tecnologia Orientada a Objectes, creant aplicacions d'altres prestacions, redundants, escalables i fàcilment mantenibles i ampliables.

Wonderware Historian

Component de Wonderware està dissenyat per recopilar una gran varietat de dades operacions a màxima resolució i taxes de dades molt elevades, emmagatzemar aquestes dades durant un llarg període de temps, i finalment lliurar-les per reports, anàlisi i visualització.

Wonderware Information Server

Un component de Wonderware que ofereix una solució web única per presentar i agregar dades de producció i eficiència a Internet o a la intranet de l'empresa.

Wwalldb

Base de dades de Wonderware on s'emmagatzemen les alarmes.

.NET

.NET és una plataforma de desenvolupament de programari amb un èmfasi en la transparència de la xarxa, independentment de la plataforma de maquinari i permetent un ràpid desenvolupament d'aplicacions.