



UNIVERSIDAD DE
SALAMANCA



E.T.S. INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR

PROYECTO

IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL EN UNA DEPURADORA INDUSTRIAL CON EXTRACCIÓN DE LANOLINA

AUTOR:

ÁLVARO BARRIOS MÁRQUEZ

TUTORES:

**MARIO FRANCISCO SUTIL
ALBERTO SÁNCHEZ PATROCINIO**



UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
E.T.S. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE BÉJAR
Departamento de Informática y Automática



MANUFACTURAS S.A.
INDUSTRIAS LANERAS
LAVADEROS Y PEINAJE DE LANAS
BÉJAR (SALAMANCA)

EMPRESA: MANUFACTURAS S.A.

**“IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE
SUPERVISIÓN Y CONTROL EN UNA
DEPURADORA INDUSTRIAL CON EXTRACCIÓN
DE LANOLINA”**

AUTOR:

ÁLVARO BARRIOS MÁRQUEZ

TUTORES DE LA ETSII:

**MARIO FRANCISCO SUTIL
ALBERTO SÁNCHEZ PATROCINIO**

BÉJAR, ABRIL 2015

ÍNDICE

<u>CAPITULO 1; PRESENTACIÓN DE PROYECTO: OBJETIVOS, LA EMPRESA</u>	<u>1</u>
1.1) OBJETIVO DE LA EMPRESA	2
1.2) DESTINATARIO	3
1.3) ACTIVIDAD DESARROLLADA POR MANUFACTURAS S.A.	3
1.3.1) Lavado	4
1.3.1.1) Diagrama del proceso de lavado	11
1.3.2) Peinado	12
1.3.2.1) Diagrama del proceso de peinado	15
1.3.3) Análisis técnico	16
· Análisis técnico de lana lavada	16
· Análisis técnico de lana peinada	18
Humedad	19
Grasa	21
Altura y coeficiente de variación	22
Finura	25
Vegetales	27
1.4) RECURSOS HUMANOS MANUFACTURAS S.A.	28
<u>CAPITULO 2; ESTUDIO TEÓRICO SOBRE:</u>	<u>31</u>
<u>FIBRA TEXTIL, AGUA RESIDUAL, DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES</u>	
2.1) LA FIBRA TEXTIL	32
2.1.1) Características de las fibras textiles	32
2.1.1.1) Flexibilidad	33
2.1.1.2) Elasticidad	33
2.1.1.3) Resistencia a la tracción	34
2.1.1.4) Peso específico	34
2.1.1.5) Finura	35
2.1.1.5.1) Expresión de la finura	37
2.1.1.6) Longitud	43
2.1.1.6.1) Importancia técnica de la longitud	44
2.1.1.6.2) Expresiones de longitudes medias	46
2.1.1.6.3) Otros parámetros de la longitud de fibras	48
2.1.1.7) Higroscopicidad	49
2.1.1.8) Resistencia a la abrasión	52
2.1.1.9) Resistencia a la compresión	52
2.1.1.10) Rizado	53
2.1.1.11) Propiedades friccionales y cohesivas	53
2.1.1.12) Fieltramiento	54
2.1.1.13) Efecto triboeléctrico	54
2.1.1.14) Conductividad eléctrica	55
2.1.1.15) Conductividad térmica	56
2.1.1.16) Lustre	57

2.1.1.17) Resistencia a los agentes externos	58
2.1.1.18) Características térmicas e inflamabilidad	59
2.2) AGUAS RESIDUALES	60
2.2.1) Características de las aguas residuales	60
2.2.1.1) Características físicas	62
2.2.1.1.1) Sólidos	62
2.2.1.1.2) Olores	66
2.2.1.1.3) Temperatura	72
2.2.1.1.4) Densidad	74
2.2.1.1.5) Color	74
2.2.1.1.6) Turbiedad	75
2.2.1.2) Características Químicas	75
2.2.1.2.1) Materia orgánica	76
2.2.1.2.2) Materia inorgánicas	82
2.2.1.2.3) Gases presentes en las aguas residuales	88
2.2.1.3) Características biológicas	90
2.2.1.4) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	96
2.2.1.5) Demanda química de oxígeno (DQO)	100
2.2.1.6) Carbono orgánico total (COT)	101
2.2.1.7) Demanda total de oxígeno (DTO)	102
2.2.1.8) Oxígeno disuelto	102
2.2.1.9) Estabilidad relativa	102
2.3) DEPURACIÓN	103
2.3.1) Conceptos generales depuración	103
2.3.1.1) Niveles de depuración	103
2.3.1.2) Instalaciones depuradoras	106
2.3.1.3) Rendimiento según Tipos Depuración	108
2.3.1.4) Calidad del efluente según receptor	109
2.3.2) Pretratamiento y tratamiento primario	110
2.3.2.1) Desbaste	110
2.3.2.2) Desarenado	114
2.3.2.2.1) Tipos de desarenadores	115
2.3.2.2.2) Eliminación de arena	117
2.3.2.3) Desengrasado	119
2.3.2.4) Coagulación/coagulante	120
2.3.2.4.1) Mecanismo de la coagulación	122
2.3.2.4.2) Factores que influyen en la coagulación	125
2.3.2.5) Floculación/floculante	128
2.3.2.5.1) Tipos de floculación	130
2.3.2.5.2) Parámetros de la floculación	130
2.3.2.5.3) Tipos de floculantes	131
2.3.2.6) DAF (Flotación por aire disuelto)	132
2.3.3) Tratamiento secundario	134
2.3.3.1) Generalidades tratamiento biológico	135
2.3.3.2) Conceptos básicos de microbiología	137
2.3.3.2.1) Fisiología de la célula	138
2.3.3.2.2) Ciclo aerobio y anaerobio	140
2.3.3.2.3) Crecimiento bacteriano	141
2.3.3.2.4) Cinética del crecimiento biológico	144
2.3.3.3) Tratamientos aerobios de cultivo en suspensión	146

2.3.3.3.1) Tratamiento de fangos activos	147
2.3.3.3.2) Siestemas de aireación prolongada	148
2.3.3.3.3) Contacto-Estabilización	150
2.3.3.3.4) Lagunaje	151
2.3.3.4) Tratamientos aerobios de cultivo fijo	154
2.3.3.4.1) Filtros percoladores	154
2.3.3.4.2) Bioreactores	157
2.3.3.5) Tratamiento de los fangos	158
2.3.3.5.1) Características del fango	158
2.3.3.5.2) Dificultades operacionales con el fango	160
2.3.3.5.3) Pre-tratamiento de fangos	162
2.3.3.5.4) Tratamiento del fango	167
2.3.3.5.5) Acondicionamiento	171
2.3.3.5.6) Desinfección	172
2.3.3.5.7) Deshidratación	173
2.3.3.5.8) Secado térmico	177
2.3.3.5.9) Vertidos de fango	179
2.3.3.6) Tratamientos avanzados	181

CAPITULO 3

LANA, AGUA RESIDUAL Y DEPURACIÓN EN MANUFACTURAS S.A.

182

3.1) FIBRA TEXTIL DE MANUFACTURAS S.A

183

3.2) AGUA RESIDUAL A TRATAR EN MANUFACTURAS S.A.

183

3.2.1) Características del agua a tratar

185

3.2.1.1) Sólidos

189

3.2.1.2) Olores

189

3.2.1.3) Temperatura

189

3.2.1.4) Densidad

190

3.2.1.5) Color

190

3.2.1.6) Turbiedad

190

3.2.1.7) Características químicas

191

3.3) DEPURADORA MANUFACTURAS S.A.

193

3.3.1) Equipos existentes en E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.

193

3.3.1.1) Pozo de bombeo

193

3.3.1.2) Tamiz de rejilla autolimpiante

194

3.3.1.3) Tamiz rotativo

195

3.3.1.4) Tamiz de tornillo

197

3.3.1.5) Depósito de policloruro de aluminio

200

3.3.1.6) Depósito sosa

204

3.3.1.7) Depósito de ácido clorhídrico

207

3.3.1.8) Depósito coagulante orgánico

211

3.3.1.9) Depósito polielectrolito (floculante)

213

3.3.1.10) Depósito fisicoquímico

216

3.3.1.11) Unidad de flotación (DAF 1/ UF1)

218

3.3.1.12) Depósito de neutralización

222

3.3.1.13) Concentrador de fangos

223

3.3.1.14) Pozo de bombeo de salida

224

3.3.1.15) Deshidratador de fangos

225

3.3.1.15.1) Depósito de preparación de polielectrolito	225
3.3.1.15.2) Decantador centrífugo	226
3.3.1.15.3) Sinfín (cinta transportadora)	228
3.3.2) Equipos nuevos en E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.	230
3.3.2.1) Depósitos de homogeneización	230
3.3.2.2) Serpentín floculador	231
3.3.2.3) Unidad de flotación 2 (DAF 2/ UF2)	233
3.3.2.4) Arqueta de fangos	237
3.3.2.5) Línea de extracción de lanolina	237
3.3.2.5.1) Decantador L.E.L.	238
3.3.2.5.2) Centrífuga 1 y 2 L.E.L.	239
3.3.3) Medidores/Sensores	243
3.3.3.1) Sensores de nivel	243
3.3.3.1.1) Nivel tubular	244
3.3.3.1.2) Medidor de nivel de flotador	245
3.3.3.1.3) Interruptor de nivel tipo flotador	246
3.3.3.1.4) Medidor de presión diferencial	247
3.3.3.1.5) Medidor de nivel por burbujeo	248
3.3.3.1.6) Medidor radioactivo	248
3.3.3.1.7) Medidor capacitivo	250
3.3.3.1.8) Medidores por ultrasonidos	251
3.3.3.1.9) Medidor de tipo conductivímetro	252
3.3.3.1.10) Servoposicionadores	253
3.3.3.1.11) Nivel sistemas de radar	254
3.3.3.1.12) Nivel de membrana	254
3.3.3.2) Sensores de nivel existentes en E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.	255
3.3.3.3) Sensores de nivel a instalar en E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.	256
3.3.3.3.1) Sensor de radar VEGAPULS WL 61 (H1N1)	256
3.3.3.3.2) Interruptor de flotador PILSA TMHYE (AFL1N1...2)	260
3.3.3.4) Caudalímetros	263
3.3.3.4.1) Caudalímetro ultrasónico	263
3.3.3.4.2) Caudalímetro másico tipo Coriolis	264
3.3.3.4.3) Caudalímetro electromagnético	266
3.3.3.4.4) Caudalímetros de ruedas ovaladas	267
3.3.3.4.5) Caudalímetros a turbina	269
3.3.3.4.6) De área variable o rotatómetros	270
3.3.3.4.7) Caudalímetros Vortex	272
3.3.3.5) Caudalímetros existentes en E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.	273
3.3.3.6) Caudalímetros a instalar en E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.	273
3.3.3.6.1) Caudalímetros IFM SM9000 Y SM6000 (PP1N3 Y H1N2)	273
3.3.3.7) Sensores/Medidores de PH	281
3.3.3.7.1) Sensor ISE (Electrodo de Ion selectivo)	282
3.3.3.7.2) Sensores de PH sin vidrio: MOSFET	285
3.3.3.7.3) Sensores de tipo ISFET	286
3.3.3.7.4) Sensores de fibra óptica	288
3.3.3.8) PH-Metros existentes en E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.	290
3.3.3.9) PH-Metros a instalar en E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.	290
3.3.3.9.1) PH-Metro CRISON PH 27 (FLN1)	290
3.3.3.10) Sensores en línea de extracción de lanolina	292
3.3.4) Actuadores	293
3.3.4.1) Bombas hidráulicas	293
3.3.4.1.1) Bombas volumétricas o de desplazamiento positivo	294

3.3.4.1.1.1) Bombas reciprocantes	295
3.3.4.1.1.2) Bombas rotatorias	297
3.3.4.1.2) Bombas cinética	300
3.3.4.2) Bombas hidráulicas existentes en E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A	304
3.3.4.3) Bombas hidráulicas a instalar en E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.	304
3.3.4.3.1) Bombas LOWARA COM 350/09 (H1B1/H1B2)	305
3.3.4.3.2) Bomba neumática WILDEM XPX4 (ALF1B1)	307
3.3.4.3.3) Bomba JESCO MEMDOS E-110 (N2B2)	310
3.3.4.3.4) Bomba JESCO MEMDOS LB-110 (PP1B2)	312
3.3.4.4) Agitadores	314
3.3.4.4.1) Agitadores de paleta	317
3.3.4.4.2) Agitadores de turbina	318
3.3.4.4.3) Agitadores de hélice	319
3.3.4.5) Agitadores existentes en E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.	320
3.3.4.6) Agitadores a instalar en E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.	320
3.3.4.6.1) Agitador ABS XRW-210 (H1A1 Y H2A1)	320
3.3.4.7) Electroválvulas	326
3.3.4.7.1) Electroválvula de acción directa	327
3.3.4.7.2) Válvulas operadas por pilotos	327
3.3.4.7.3) Válvulas por vías	328
3.3.4.8) Válvulas existentes en E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.	329
3.3.4.9) Válvulas a instalar en E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.	329

CAPÍTULO 4

FUNCIONAMIENTO, AUTOMATIZACIÓN Y SUPERVISIÓN DE E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.

330

4.1) FUNCIONAMIENTO DE E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.	331
4.2) HARDWARE ESCOGIDO: SIMATIC S-1200. CARACTERÍSTICAS GENERALES	342
4.2.1) CPU SIMATEC S7-1200	343
4.2.2) Conectividad CPU S7-1200	343
4.2.3) Memoria de usuario integrada CPU S7-1200	344
4.2.4) Memory card S7-1200	346
4.2.5) Rendimiento CPU 7-1200	346
4.2.6) Características adicionales S7-1200	347
4.2.7) Diseño escalable y flexible S7-1200	347
4.2.8) Comunicación industrial S7-1200	350
4.2.8.1) PROFINET	351
4.2.8.2) PROFIBUS	352
4.2.8.3) Punto a punto "PtP"	354
4.2.8.4) Comunicación USS	355
4.2.8.5) Comunicación MODBUS RTU	355
4.2.8.6) Comunicación Telecontrol	356
4.2.8.7) Comunicación Teleservice	357
4.2.9) Tecnología integrada en CPU S7-1200	358
4.2.9.1) Contadores Alta Velocidad	358
4.2.9.2) Generador de impulsos	358
4.2.9.3) Control de movimiento	359
4.2.9.4) Control PID	360
4.2.9.5) Servidor web	362
4.2.9.6) DATA LOGS	363

4.3) CPU E.D.A.R. MANUFACTURAS S.A.: S7-1214C	363
4.3.1) Módulos de expansión	372
4.4) SOFTWARE TIA PORTAL (TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION)	372
4.5) PROGRAMACIÓN TIA PORTAL	375
4.5.1) Programación KOP (Puertas, temporizadores, contadores, funciones...)	381
4.5.1.1) Contacto normalmente abierto - -	381
4.5.1.2) Contacto normalmente cerrado - / -	383
4.5.1.3) Consultar flanco de señal ascendente de un operando - P -	384
4.5.1.4) Consultar flanco de señal descendente de un operando - N -	386
4.5.1.5) Asignación -()-	387
4.5.1.6) Activar operando con flanco de señal ascendente -(P)-	389
4.5.1.7) Activar operando con flanco de señal descendente -(N)-	390
4.5.1.8) Mayor o igual; CMP - >= -	392
4.5.1.9) Menor o igual - <= -	394
4.5.1.10) Multiplicar; MUL	396
4.5.1.11) Dividir; DIV	398
4.5.1.12) Sumar; ADD	399
4.5.1.13) Restar; SUB	401
4.5.1.14) Retardo al conectar; TON	402
4.5.1.15) Retardo al desconectar; TOF	404
4.5.1.16) Acumulador de tiempo -(TONR)-	405
4.5.1.17) Contador ascendente; CTU	407
4.5.1.18) Convertir valor; CONVERT	409
4.5.1.19) Normalizar; NORM_X	411
4.5.1.20) Escalar; SCALE_X	413
4.5.1.21) Copiar valor; MOVE	416
4.5.2) Programación detallada E.D.A.R MANUFACTURAS S.A.	417
4.5.2.1) Escalado de tiempos agitadores	417
4.5.2.2) Escalado de tiempo H1EV1	418
4.5.2.3) Escalado de tiempo H1EV2	419
4.5.2.4) Escalado de tiempos alternancia bombas centrífugas H1B1 Y H1B2	419
4.5.2.5) Escalado de tiempos bomba de recirculación UF2B3	420
4.5.2.6) Escalado de tiempos de electroválvula UF2EV2 en UF2B3	420
4.5.2.7) Escalado de tiempos de tornillo sinfín UF2B2	421
4.5.2.8) Escalado de tiempos de vaciado de UF2B2; Electroválvula UF2EV1	422
4.5.2.9) Escalado de tiempos rasquetas UF2B1	423
4.5.2.10) Escalado de tiempos de estabilización UF2	424
4.5.2.11) Regulación de nivel N1H1	425
4.5.2.12) Regulación de PH-Metro	427
4.5.2.13) Fase de agitación: Agitador H1A1	428
4.5.2.14) Fase de agitación: Agitador H2A1	431
4.5.2.15) Funcionamiento electroválvulas H1EV3 y H1EV4	433
4.5.2.16) Recuperación de lanolina o depuración físico-química	434
4.5.2.17) Regulación de caudalímetro H1N2	435
4.5.2.18) Acumulacion de caudalímetro H1N2	436
4.5.2.19) Manual electroválvulas H1EV1 y H1EV2	437
4.5.2.20) Automático alternancia bombas centrífugas H1B1 Y H1B2	439
4.5.2.21) Activación bombas centrífugas H1B1 y H1B2 (averías y activación manual)	450
4.5.2.22) Nivel de marcha y paro de unidad de flotación y centrífuga	454
4.5.2.23) Regulación de nivel FQN2	455

4.5.2.24) Automático dosificadora clorhídrico N2B2 en floculador	455
4.5.2.25) Manual y activación dosificadora clorhídrico N2B2 en floculador	457
4.5.2.26) Automático dosificadora polielectrolito PP1B2 floculador	458
4.5.2.27) Manual y activación dosificadora polielectrolito PP1B2 floculador	460
4.5.2.28) Regulación caudalímetro PP1N3 de polielectrolito	461
4.5.2.29) UF2; Activación marca bomba recirculación UF2B3 y electroválvula UF2EV2	462
4.5.2.30) UF2; Activación marca tornillo extracción de fangos UF2B2 y rasquetas UF2B1	465
4.5.2.31) Manual / Temporización tornillo extracción de fangos y electroválvula UF2EV1	466
4.5.2.32) Manual / Temporización rasquetas	469
4.5.2.33) Manual bomba recirculación UF2B3	471
4.5.2.34) Manual electroválvula UF2EV1	472
4.5.2.35) Manual electroválvula UF2EV2	473
4.5.2.36) Manual tornillo de extracción de fangos UF2B2	474
4.5.2.37) Manual rasquetas UF2B1	474
4.5.2.38) Orden de activación en automático H1B1, H1B2, PP2B1 Y N2B2	475
4.5.2.39) Automático bomba neumática AFL1EV1	476
4.5.2.40) Activación marca bomba de transvase	477
4.5.2.41) Alarma nivel mínimo de homogeneización	478
4.5.2.42) Alarma nivel máximo de homogeinización	480
4.5.2.43) Alarma falta ácido clorhídrico	482
4.5.2.44) Alarmas protección térmica	483
4.5.2.45) Alarmas protección variadores / arrancadores	507
4.5.2.46) Alarma nivel máximo arqueta de fangos	510
4.5.2.47) Alarma nivel mínimo polielectrolito	511
4.5.2.48) Alarma nivel mínimo clorhídrico	512
4.5.2.49) Alarma falta de presión de aire en instalación	513
4.5.2.50) Sirena	514
4.5.2.51) Selectores automáticos en cuadro	519
4.5.2.52) Selectores manuales en cuadro	521
4.5.2.53) Selectores independientes UF2	523
4.5.2.54) Seta de emergencia	524
4.5.2.55) PID H1B1 Y H1B2	524
4.5.3) Programación SCADA	526
4.5.3.1) Menú	527
4.5.3.2) Alarmas y avisos	528
4.5.3.3) Recuperación lanolina	529
4.5.3.4) Agitación	533
4.5.3.5) Homogeneización	536
4.5.3.6) Unidad de flotación 2	540
4.5.3.7) Equipos	543
4.5.3.8) Agitador H1A1	544
4.5.3.9) Agitador H2A1	546
4.5.3.10) Bomba H1B1	548
4.5.3.11) Bomba H1B2	550
4.5.3.12) Electroválvula H1EV1	551
4.5.3.13) Electroválvula H1EV2	554
4.5.3.14) Caudalímetro H1N2	555
4.5.3.15) Electroválvula H1EV3	556
4.5.3.16) Electroválvula H1EV4	558
4.5.3.17) Rasquetas UF2B1	559
4.5.3.18) Sinfín UF2B2	561
4.5.3.19) Bomba de recirculación UF2B3	562

4.5.3.20) Electroválvula UF2EV1	564
4.5.3.21) Electroválvula UF2EV2	566
4.5.3.22) Bomba neumática AFL1EV1	566
4.5.3.23) Caudalímetro FQN2	568
4.5.3.24) PH-Metro	569
4.5.3.25) Bomba clorhídrico N2B2	570
4.5.3.26) Bomba polielectrolito PP1B2	572
4.5.4) Resumen variables PLC	574
<u>CAPÍTULO 5</u>	<u>587</u>
<u>PRESUPUESTO</u>	
5.1) PRESUPUESTO DETALLADO	588
5.1.1) Armario PLC y cableado	588
5.1.2) Informática: Software y Hardware	590
5.1.3) Comunicación	590
5.1.4) Sensores	591
5.1.5) Actuadores	591
5.1.6) Programa PLC y Scada	592
5.1.7) SUBCONTRATAS: Instalaciones eléctricas y fontanería en nave	592
5.2) RESUMEN DE PRESUPUESTO	594
<u>ANEXO: PLANOS</u>	<u>595</u>
Plano 1) Diagrama E.D.A.R. Manufacturas; Estado original	
Plano 2) Diagrama E.D.A.R. Manufacturas; Diagrama con ampliación final	
Plano 3) Planta y Perfil E.D.A.R. final	
FUENTES	599



CAPÍTULO 1

PRESENTACIÓN DE PROYECTO:

- OBJETIVOS

- LA EMPRESA Y SUS
ACTIVIDADES



1.1) OBJETIVO DEL PROYECTO EN LA EMPRESA:

El proyecto consiste en la automatización de una planta depuradora industrial físico química, así como de un proceso de extracción de lanolina a la entrada de ésta.

Para ello, cabe citar que partimos de una depuradora ya instalada, a la cual añadiremos un par de depósitos homogeneizadores que nos permitirá controlar el proceso de una manera mucho más segura, así como el sistema de lanolina previamente citado gracias a un control de los caudales más estabilizados.

Utilizaremos un PLC que controlará los diferentes procesos, para lo cual también crearemos un software en WinCC para supervisar e interactuar en el proceso a través de SCADA.

Actualmente, la planta está automatizada localmente, gobernada por un PLC, pero con problemas de regulación de caudal, lo cual dificulta el tratamiento correcto del agua para el operario. Por otro lado, los principales problemas en lo que a depuración se refiere, provienen de los niveles de grasa. Estos siguen superando las directrices de vertido deseado por la E.D.A.R. Béjar a la que se vierte. Con el sistema previo de extracción de lanolina del agua se conseguirá dar solución a este problema. Además, la lanolina obtenida será un producto con valor de mercado para la empresa.



1.2) DESTINATARIO:



Foto 1: Empresa Manufacturas S.A.

Este proyecto será destinado a la empresa:

MANUFACTURAS S.A.

C/ Fuente del Duque, nº23

37700 BÉJAR (Salamanca)

C.I.F.: A-37.000.932

1.3) ACTIVIDAD DESARROLLADA POR MANUFACTURAS S.A.:

Con el fin de entender mejor la finalidad del proyecto, pasamos a describir de una manera simple la actividad y funcionamiento de la empresa.

La empresa MANUFACTURAS S.A. se dedica al lavado y peinado de lana. Obtendrán la materia prima, en este caso lana, por parte de otras empresas y/o particulares.

Es la empresa la que trata dicha materia prima, entregando la misma una vez elaborada al mismo cliente que se la facilitó. Podríamos resumir su actividad por lo tanto, a la transformación de lana bruta a lana peinada en modo de prestación de servicios.

Tendremos por lo tanto dos vías de trabajo diferenciadas:



1. Lavado de la materia prima
2. Peinado de la misma una vez que ha pasado la fase de lavado.

Cabe destacar un tercer punto, que si bien no forma parte de la producción, es igualmente importante. Se trata del análisis técnico de la materia, que tendrá lugar en el laboratorio de la empresa.

1.3.1) LAVADO

La lana bruta llega directamente del esquila de la oveja. En una primera estimación de la materia, se procede al “sorteo” de la lana. Este paso consiste en clasificar la materia por tipos en base a sus características más significativas. Una vez clasificada, se introduce en la cadena de lavado, formando diferentes partidas, según tipología de la materia y cliente que la facilita.

Previamente en el proceso manual de sorteo, se le extrae parte de materia orgánica desechable, pero deberá ser en la cadena de lavado, donde se extraiga la mayor parte de la suciedad.



Foto 2: Claseo de lana



El proceso de lavado será el de mayor repercusión en nuestro proyecto. Será en esta fase en la que obtendremos el caudal de agua sucia que vendrá finalmente a parar a la planta de extracción de lanolina, así como posterior depuración.

El lavado se realizará con agua obtenida directamente del embalse del río frío, que pasa al borde de la empresa. Esta agua tiene unas propiedades óptimas para el lavado de la lana por su ausencia de sales y minerales.

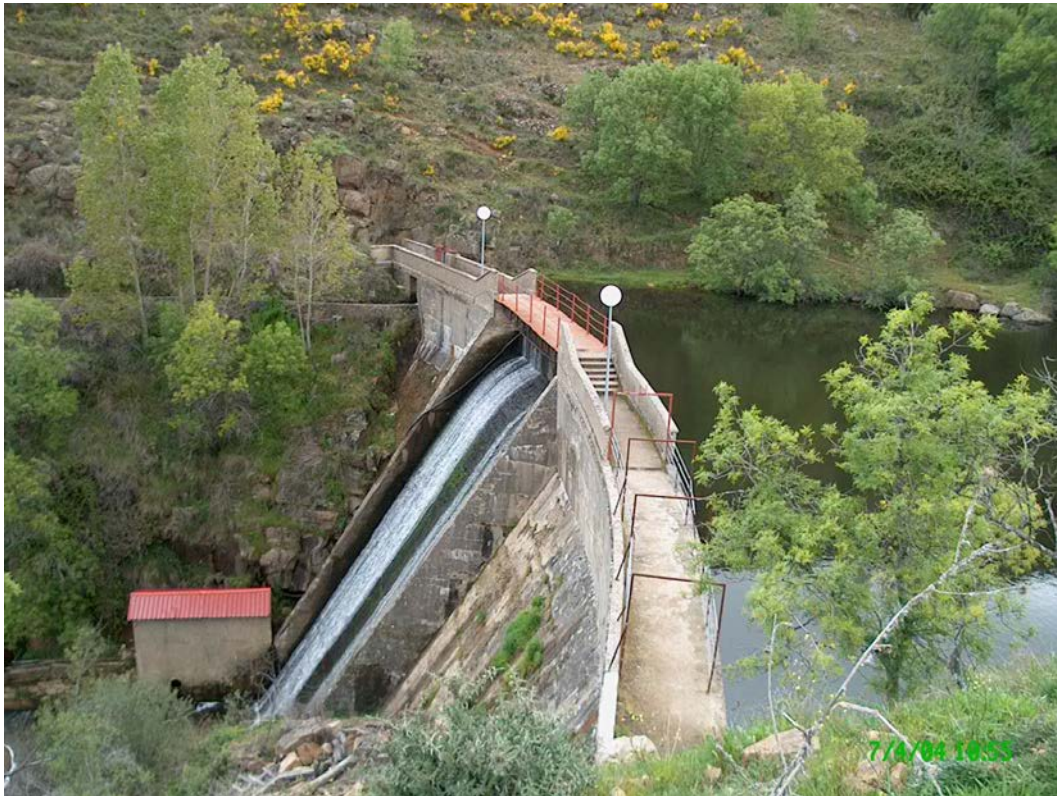


Foto 3: Pantano de Manufacturas S.A. en RioFrio

La empresa MANUFACTURAS S.A. tiene dos trenes de lavado en paralelo:

- En uno de ellos (la empresa lo numera como Lavadero 2º), el más antiguo, se produce mayoritariamente lana en floca. Esta denominación es la que se le otorga a la lana obtenida a la salida del proceso de lavado. En este tren de



lavado, la lana en floca se envasa directamente para su posterior venta al cliente que la ha encargado.

Su uso además suele ir destinado a lanas de menor calidad.

En dicho lavadero, el uso del agua se produce de forma totalmente manual. Esto quiere decir, que su llenado, mantenimiento, así como su vaciado los lleva a cabo el operario a través de simples válvulas de paso que abrirá o cerrará en función de su experiencia y/o necesidades del proceso.



Foto 4: Lavadero 2 en Manufacturas S.A.

- En el otro (la empresa lo determina con la denominación de Lavadero 1º), más moderno, se introduce mayoritariamente la lana claseada que tiene como fin ser peinada. A la salida de este lavadero, encontramos un tubo, que en lugar de llevar el producto a una prensa para envasar, la dirige a la planta de peinado.

Una vez haya completado dicho proceso (le explicaremos posteriormente), se envasará en balas, exactamente igual que la floca, con el fin de entregársela al cliente previo encargo.



En este otro lavadero, el uso del agua se realiza de forma totalmente automatizada, funcionando mediante una serie de consignas que regulan su óptimo funcionamiento.



Foto 5: Lavadero 1 en Manufacturas S.A.

El proceso de lavado, tanto en el lavadero 1 como en el 2, se lleva a cabo en una serie de barcas. En cada una de las barcas, se mantendrán unas características del agua, realizándose en cada una de ellas un proceso distinto.

Cabe destacar que durante el tránsito de la materia por cada barca, la corriente de agua en todo momento será contracorriente, para un mejor lavado.

Explicaremos los procesos que se producen en cada barca con el fin de entender mejor el agua que después vendrá a parar a nuestras plantas para ser tratada:



- 1) **BARCA 1:** La lana sufre un lavado con agua a baja temperatura (30 °C).
Como el agua va a contracorriente, en el lavadero 1 la barca recibe temperatura de la barca siguiente.
- 2) **BARCA 2:** La lana es lavada en un medio alcalino a una temperatura de 60°C.
Para ello, añadiremos al agua una cantidad determinada de sosa, junto a un detergente. En esta barca conseguimos que la grasa de la materia comience a disolverse.
- 3) **BARCA 3:** Es una repetición de la barca 2, llevando a cabo el mismo proceso en un agua en idénticas condiciones.
- 4) **BARCA 4:** A ella llega la materia desengrasada. En esta barca, la lana se vuelve a someter a un “nuevo lavado”, con agua a una temperatura de unos 45°C.
En este lavado no se añadirá sosa ni detergentes, así como ningún otro producto químico. Este proceso se realiza con la intención de que la materia se libere de los restos de dichos productos contaminantes que arrastra.
- 5) **BARCA 5:** Con esta barca concluimos el proceso de lavado, llevando a cabo un aclarado con agua limpia a una temperatura que rondará los 30°C.

Una vez ha pasado por las 5 barcas, a la salida de esta última tendremos un secadero. En él, se produce el proceso de secado de la lana a través de aire caliente.

A la hora de entregar la lana al cliente, o para su posterior peinado, la materia debe estar en un grado de humedad que no deberá exceder ni por encima ni por debajo unos valores determinados. El aire en el secadero, se elevará o se bajará de temperatura en función de pequeñas muestras de lana a la salida de éste, de modo que cumplan dichos valores de humedad.



La existencia de los dos trenes con sus respectivas 5 barcas en paralelo, nos dará lugar a 2 caudales diferentes. Debemos citar la diferencia de estas dos aguas, puesto que en condiciones normales, cada tren trabajará con un tipo de lana diferente, obteniéndose diferentes disoluciones a la salida de cada tren.

Para obtener la temperatura deseada en cada barca, se abrirá o cerrará una válvula acoplada al fondo de estas. Dichas válvulas regularán una entrada de vapor directamente al interior, de forma totalmente independiente, introduciendo mayor volumen de vapor para la obtención de una mayor o menor temperatura. También podremos cerrar las válvulas si la temperatura de alguna de las barcas supera los valores de temperaturas mencionados.

Por último, a través de simples sumas, obtenemos el cubillaje total que obtenemos entre los dos trenes de lavado. Este simple cálculo, será básico para determinar la cantidad de caudal máximo que podremos obtener a la entrada de nuestras plantas, en caso de ser vaciados los dos trenes simultáneamente.

Será muy importante además para saber la capacidad máxima que tendrá que soportar el depósito de homogeneización que añadiremos a la entrada de nuestras plantas, que forma parte de una de las ampliaciones que se implantan en este proyecto.

El cubillaje total está formado por una medida aproximada, pero fiable, de unos 65 m³, que vendría de la suma de los 33m³ de capacidad del lavadero 2 y los 22 m³ de capacidad del lavadero 1.

Adjuntamos las tablas con el desglose de cada uno de los trenes de lavado:



BARCA	CAPACIDAD
1	10 m ³
2	10 m ³
3	7-8 m ³
4	7-8 m ³
5	7-8 m ³

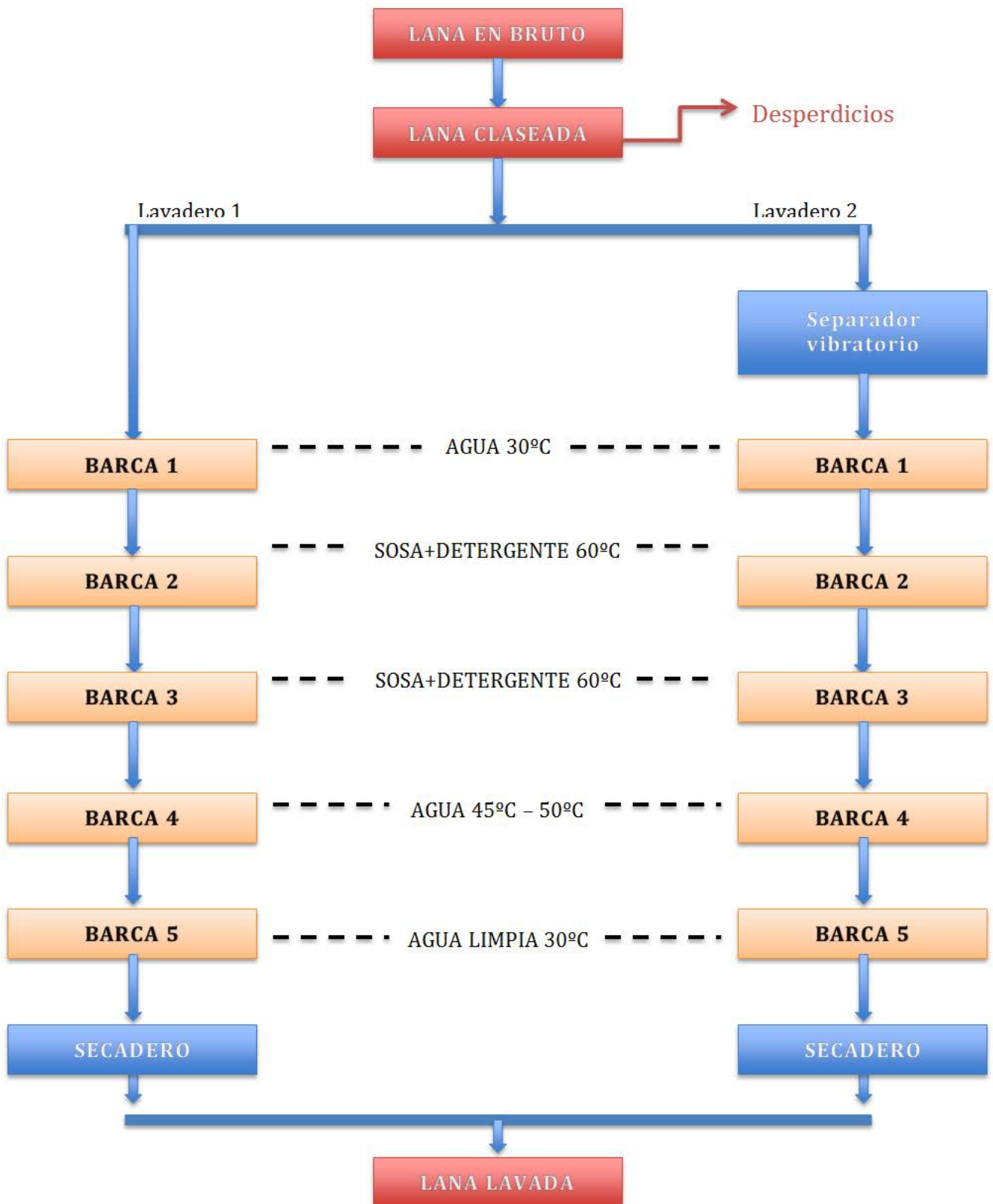
Lavadero nº 2

BARCA	CAPACIDAD
1	5 m ³
2	5 m ³
3	4 m ³
4	4 m ³
5	4 m ³

Lavadero nº 1



1.3.1.1) DIAGRAMA DEL PROCESO DE LAVADO





1.3.2) PEINADO

El proceso de peinado no tiene mucho interés a los efectos del proyecto a realizar. Se basa en el paso de la lana a través de una serie de maquinaria de manera que esta la vaya transformando hasta obtener el producto final.

En la entrada del proceso se encuentra la lana lavada. A esta materia se la hace pasar a través de diferentes maquinarias que citaremos brevemente:

- **CARDA:** 2 cardas trabajarán en paralelo. La lana lavada se hace pasar a través de numerosos rodillos que estirarán la lana consiguiendo que todas sus fibras se orienten en la misma dirección. Durante el proceso, los rodillos, con una serie de púas, eliminarán la mayor parte de fibras vegetales que contiene la lana.

A su salida, se obtendrá un fino velo de fibra de lana totalmente uniforme. Este velo se “enrollará” de manera que consigamos una mecha de lana de gran longitud.



Foto 6: Velo de lana a la salida de una de las cardas



- **GUILES:** La mecha de lana obtenida en la carda, llega a los diferentes guiles dispuestos en serie, almacenadas en contenedores en forma de grandes bobinas para su facilidad de transporte.

Esta mecha se pasará a una velocidad constante a través de los guiles, consiguiendo una alineación mayor de las fibras en la mecha, así como una densidad más constante. La mecha obtenida se volverá a almacenar en contenedores

- **PEINADORAS:** 9 peinadoras trabajarán en paralelo. Cada una de ellas estará alimentada por 12 contenedores procedentes de los guiles.

Las diferentes mechas se unen recorriendo una cinta en la que conseguimos una especie de “manto” continuo. Este manto se hará pasar por una serie de peines propiamente dichos, entrelazados mediante un sinfín de púas.

El paso de la lana a través de estos peines es uno de los pasos mas determinantes en el proceso del peinado. Conseguimos diferentes objetivos:

- La eliminación del resto de vegetales que lleva la lana, consiguiendo así una materia libre de vegetales, o “pajas”.
- La separación de las fibras largas que pasan a través de los peines, y de las fibras cortas (al conjunto de estas últimas se le denominará puncha).

La puncha separada, se almacena para su posterior envasado, siendo su calidad, así como su valor mucho menor en el mercado.



Con esto, la mecha de las mejores fibras, ya peinadas, pasará al último paso de envasado, previo paso por un guil que regulará la densidad de la mecha.

- **ACABADO Y ENVASADO:** Las diferentes bobinas con la mecha procedente de las peinadoras se hacen pasar por un guil/acabador, el cual nos proporcionará una densidad constante de ésta. Este paso se realiza con el fin de que el gramaje por metro de lana sea constante.

La mecha, con una densidad por igual, se envasa en bumps (pequeñas bobinas) de 10 kilos.

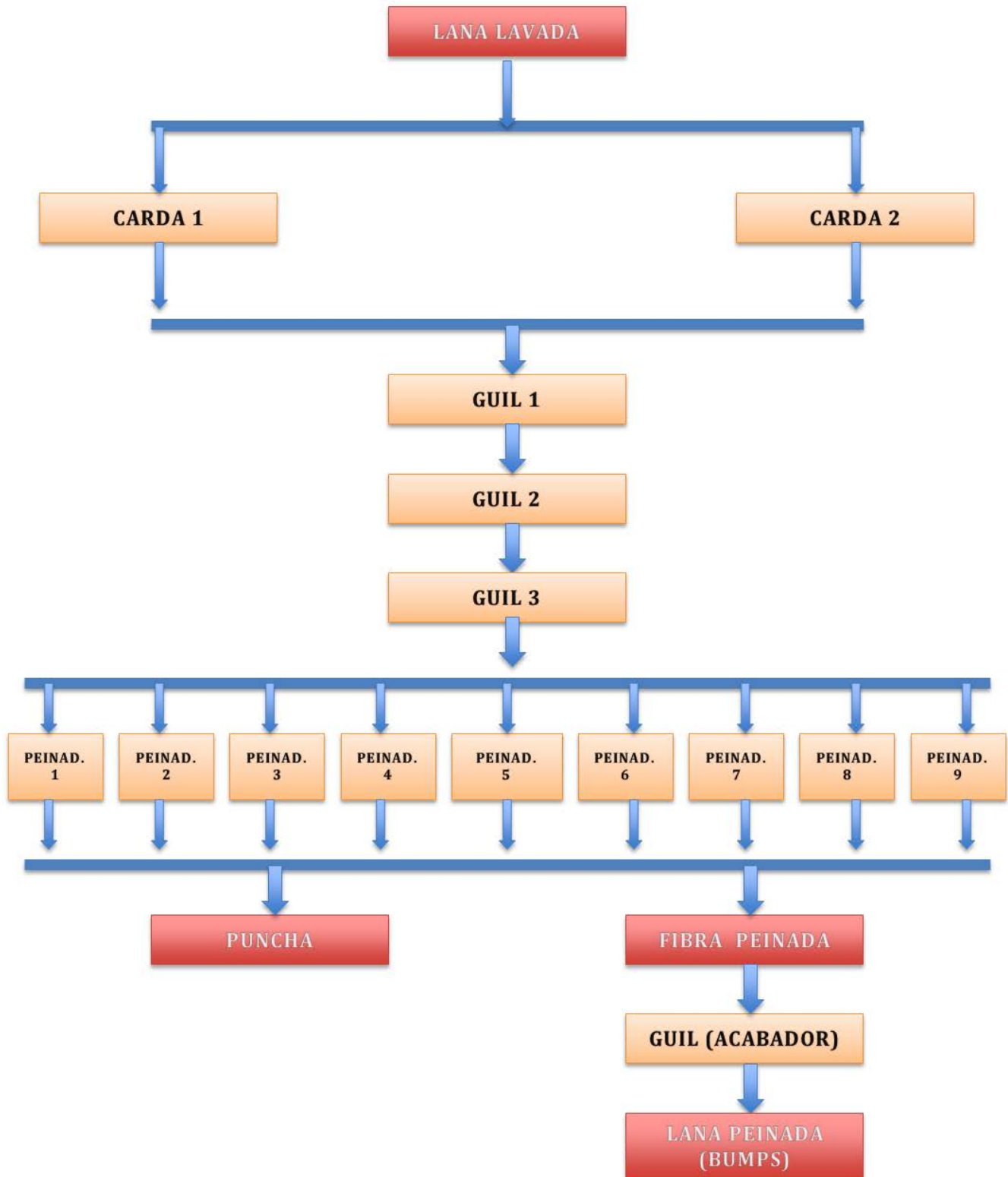


Foto 7: Fotografía de bump

Una serie de bumps colocados en orden, se introducen en una prensa con el fin de obtener las “balas” que posteriormente se entregarán al cliente previo encargo. Las balas finalmente estarán constituidas por 30 bumps, pesando unos 300Kg. cada una.



1.3.2.1) DIAGRAMA DEL PROCESO DE PEINADO





1.3.3) ANÁLISIS TÉCNICO

Forma parte del trabajo del lavado y del peinado simultáneamente:

- **Análisis técnico de lana lavada:**

Se tomarán muestras distribuidas a lo largo del tiempo para mantener un control lo más amplio posible de la producción total.

El principal seguimiento en este proceso será por un lado la comprobación de grasa adherida en la fibra.

Para ello, hacemos fluir una cantidad de 25ml. de cloruro de metileno en una muestra de 2.5 gramos exactos. Este pesaje se debe a que, a la hora de facilitar los datos de la materia al cliente, existe un estándar de muestreos de 25 gramos. Con esto, y a través de una simple escala 1:10, obtendremos los valores que debemos facilitar.



Foto 8: Muestra de lana lavada en báscula



Foto 9: Cloruro de metileno, y calentador



El cloruro de metileno, actúa como un potente desengrasante, arrastrando con él la grasa diluida en su disolución. Esta disolución, cae en una pequeña estufa, la cual calienta la disolución hasta que el cloruro de metileno se evapora por completo.

Así, nos quedará una pequeña cantidad de grasa en su estado puro, el cual pesaremos. Gracias a pequeñas tablas previamente calibradas, obtendremos el porcentaje de grasa que conlleva la fibra.



Foto 10: Desengrasado de la prueba en laboratorio

La segunda característica que nos interesa en el análisis de la fibra lavada. Consiste en determinar la cantidad de fibra vegetal que se arrastra entre la materia.



Citamos que este proceso se hace de manera totalmente manual, y que es menor la frecuencia con la que se realizan las pruebas. En la lana lavada, aún arrastramos gran cantidad de vegetales, por lo que separar en distintas partes la fibra vegetal de la fibra de lana resulta una tarea complicada e imperfecta.

Separando las diferentes fibras en una muestra de 2.5 gramos, y pesándolas después por separado, obtenemos una simple relación que nos proporcionará el porcentaje de fibra en la muestra.

Cabrá estudiar también su grado de humedad relativa, para contabilizar la cantidad “real” de lana que se está vendiendo al cliente, evitando así durante el comercio, vender mayor o menor cantidad de lana (nos referimos a kilogramos brutos que se venden) en función de su humedad, y por tanto del agua que esta contenga.

En el apartado del análisis de lana peinada explicaremos con un mayor grado de detalle la metodología (semiautomática) para determinar la humedad de la lana.

- **Análisis técnico de lana peinada:**

Se tomará una muestra por cada turno de peinado (el peinaje está en funcionamiento las 24 horas, en tres turnos de 8 horas) a la salida del acabador. Estas tres muestras se cogerán en forma de bobina de unos 50 metros de mecha.

Además de estas 3 bobinas, se cogerá una pequeña muestra de cada bala final de lana peinada.



**Foto 11: Muestra de lana
peinada en báscula**

En cuanto al análisis de la fibra peinada, tenemos multitud de datos que la caracterizan: humedad relativa, altura, coeficiente de variación de altura, finura, grasa, pajas (vegetales), coeficiente de variación de altura, barba, neps, plásticos, porcentajes de fibras cortas... De ellos hablaremos posteriormente.

En este punto, nos centraremos en las metodologías que nos permiten la obtención de todos los datos citados:

❖ **HUMEDAD**

La lana es una fibra altamente hidrófila y puede absorber grandes cantidades de humedad, si se compara con las fibras sintéticas. Sólo empezará a sentirse su húmeda al tacto cuando la lana merina contenga más de un 35% de humedad. Esto significa que una prenda de 100 % lana merina



puede absorber humedad equivalente al 35 % del peso neto de dicha prenda, sin sentirse “mojada”.

CALCULO DE LA HUMEDAD RELATIVA:

Del conjunto de muestras obtenidas de cada bala, mediante destare, seremos capaces de ver la humedad relativa que lleva la lana. Como explicábamos en el proceso de peinado y lavado, a la hora de entregar el producto final al cliente, debemos hacerlo manteniéndonos en unos estándares. Esto se hace con un objetivo económico, que no es otro de cobrar por la materia bruta, y no por la cantidad mayor o menor de agua que lleve la lana.

Así, será necesario entregar un documento firmado por el laboratorio, mostrando detalladamente el grado de humedad de las balas, así como su peso bruto y su peso una vez la humedad llega al “cero relativo”.

MANUFACTURAS S.A.
INDUSTRIAS LANEERAS
LAVADEROS Y PEINADO DE LANAS
REGAR (SALAMANCA)

FABRICA Y OFICINAS
FUENTE DEL DUBUE, 23

APARTADO DE CORREOS N.º 8
TELEFONO (923) 40 11 00
FAX (923) 41 11 86

BOLETIN DE ACONDICIONAMIENTO N.º [REDACTED]

FECHA [REDACTED]

SERIE [REDACTED]

N.º BALAS 22 N.º PRUEBAS 12

CLASE DE LANA LAVADA

	N.º Bala	Peso (Kgs)	N.º Bala	Peso (Kgs)	N.º Bala	Peso (Kgs)
	1	223.5				
	2	229.0				
	3	225.5				
	4	213.5				
	5	200.5				
	6	210.0				
	7	207.5				
	8	211.0				
	9	227.5				
	10	236.5				
	11	242.5				
	12	211.0				
	13	218.5				
	14	228.0				
	15	206.0				
	16	218.0				
	17	194.5				
	18	224.0				
	19	208.5				
	20	207.0				
	21	133.5				
	22	124.0				

PESO MEDIO PRIMITIVO (grs) 193.800
PESO MEDIO ABSOLUTO (grs) 170.421
HUMEDAD MEDIA (%) 12.963
TASA LEGAL APLICADA (%) 17.000
BOMFICACION (%) 2.890
PERDIDA (%)

PESO BRUTO TOTAL (Kgs) 4604.0
TARAS (Kgs) 44.0
PESO NETO (Kgs) 4560.0
BOMFICACION (Kgs) 131.950
PERDIDA (Kgs)
A FACTURAR (Kgs) 4691.815

Confirma Laboratorio

Foto 12: Boletín de acondicionamiento oficial



❖ GRASA

Es a la grasa de la lana a la que denominamos “Lanolina”. Es un tipo de grasa que produce la fibra ovina. Toda la grasa que logremos eliminar diluida en agua en el proceso de lavado, será la que posteriormente obtendremos de manera bruta una vez el agua pasé a través de nuestra planta de extracción de la lanolina de este proyecto.

Se trata de una sustancia grasa de textura similar a la de la vaselina, translúcida, cerúlea, untuosa, pegajosa y amarillenta, casi inodora en sus mejores calidades, que se derrite entre 36º y 41,5º C.

Como cera que es, la lanolina es una mezcla de colesterol y ésteres de ácidos grasos químicamente emparentada de cerca con la cera de abeja. En su calidad comercial, si es buena, no contiene más del 0,25% de agua, y puede contener hasta un 0,02% de un antioxidante adecuado.

CALCULO DE CANTIDAD DE GRASA EN FIBRA:

Proceso idéntico al de la obtención de la grasa en la lana lavada. A través de una muestra de 2.5 gramos, que introduciremos en un pequeño decantador. A través de esta muestra, haremos pasar un desengrasante, que en nuestro caso será cloruro de metileno, en una cantidad de 25 ml., con lo que conseguiremos arrastrar junto con el la grasa de la muestra diluida.

Gracias a una pequeña estufa, calentaremos esta disolución hasta que el cloruro de metileno se evapore por completo. La grasa restante se pesará obteniendo a escala la cantidad de grasa que conlleva la muestra según unas tablas previamente fijadas.



Foto 13: Pesaje de la grasa extraída

	% GRASA		% GRASA
10	0,40	36	1,44
11	0,44	37	1,48
12	0,48	38	1,52
13	0,52	39	1,56
14	0,56	40	1,60
15	0,60	41	1,64
16	0,64	42	1,68
17	0,68	43	1,72
18	0,72	44	1,76
19	0,76	45	1,80
20	0,80	46	1,84
21	0,84	47	1,88
22	0,88	48	1,92
23	0,92	49	1,96
24	0,96	50	2,00
25	1,00	51	2,04
26	1,04	52	2,08
27	1,08	53	2,12
28	1,12	54	2,16
29	1,16	55	2,20
30	1,20	56	2,24
31	1,24	57	2,28
32	1,28	58	2,32
33	1,32	59	2,36
34	1,36	60	2,40
35	1,40	61	2,44

Foto 14: Tabla de correspondencia de grasa

❖ ALTURA Y SU COEFICIENTE DE VARIACIÓN

La altura es el término general utilizado para referirnos a la longitud de la fibra. El objetivo del ensayo de este parámetro en el laboratorio, no es otro que el de determinar la longitud media y el coeficiente de variación de la longitud en muestras individuales.

El crecimiento de la fibra de lana sobre la oveja durante el periodo estacional varía según la época del año. El desarrollo final anual caracterizado como el largo de mecha promedia conseguido es totalmente relevante en estas propiedades que citamos.



Desde el punto de vista industrial y técnico, el largo de la mecha incide en el largo medio de fibras en la lana peinada (altura media). Este parámetro además tipificará junto con el diámetro de las fibras o finura el precio final de la lana peinada. Representa el promedio de longitud de las mechas en el lote y se mide en milímetros. El error del método de ensayo es del orden de 4mm.

CALCULO DE LA MEDICIÓN DE LA ALTURA Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LA MISMA, ASÍ COMO BARBA Y PORCENTAJES DE FIBRAS CORTAS:

Todas estas mediciones se realizarán de manera semiautomática en el Almeter.

El “Almeter AL-100” es un aparato electrónico para la medición de longitud de fibras textiles, que trabaja con una muestra de fibras preparada con una máquina especial llamada Fibroliner.

El Fibroliner es alimentado con una mecha de lana peinada, y prepara una muestra de prueba donde el número de fibras de cada longitud existente, están representadas en la misma proporción numérica que en la cinta de carda original.

Esta muestra de prueba está conformado como una lámina de fibras, con todas ellas teniendo uno de sus extremos alineados, perpendicular a la dirección longitudinal de las fibras.



Foto 15: Pinza fibroliner con muestra de lana peinada



La muestra así formada, es luego transferida desde el Fibroliner al Almeter, donde se inserta entre dos láminas de plástico transparentes delgadas soportadas en un carro deslizante.



Foto 16: Medidores Almeter del laboratorio Manufacturas S.A.

El Almeter AL-100 consiste en:

- ✓ Un aparato que mide automáticamente la masa local de la muestra de fibras e incluye un condensador.
- ✓ Un microprocesador y su circuito asociado, el que lleva a cabo las mediciones y los cálculos necesarios para emitir directamente los resultados con las unidades adecuadas y la preparación de un informe con las medidas llevadas a cabo.

El ALMETER permite calcular a parte de lo mencionado, la longitud que es excedida por un porcentaje determinado de fibras, que denominamos como porcentajes de fibras cortas en la materia.

- ✓ Adicionalmente la computadora y su software asociado permiten imprimir información y diagramas en formas diversas.



❖ *FINURA*

Entendemos como finura el diámetro de la fibra. La función de su estudio es la de tipificar la lana en este caso, junto a la altura como principales cualidades. En función del grado de finura de la lana, como ya hemos dicho anteriormente, el producto final tendrá un precio mayor (en caso de ser muy fina) o menor (en caso contrario).

En el caso de la finura, este parámetro es prácticamente invariante. Esto quiere decir que es totalmente independiente del proceso. Mientras que el resto de cualidades podemos “modificarlas” durante el proceso, la finura de la fibra será una propiedad intrínseca de cada oveja.

Esto, quiere decir, que si bien la altura puede sufrir deterioro durante el proceso (corte/rotura de la fibra durante el proceso), así como la grasa puede ser reducida en mayor o menor medida durante el lavado, no así con la finura, sobre la cual no podremos afectar, ni para su mejoría ni para su deterioro.

CALCULO DE LA MEDICIÓN DE LA FINURA EN LA FIBRA:

Para el cálculo del diámetro de la fibra, nos bastará con calcular la finura de una muestra de gramo y medio de fibra ya peinada.

A través de una báscula de precisión, separamos un mechón de exactamente 1,5 gramos. Esta muestra, la introduciremos en un aparato de medición, de gran precisión llamado “air-flow”. Si bien existen diferentes métodos para determinar este valor de la fibra, podemos afirmar que el “air-flow” además de proporcionarnos una de las medidas con menor margen de error, nos proporciona una rapidez en la toma de valores que no ofrecen otro tipo de métodos. Gracias a esto, nos facilitará el trabajo, y lo hará más dinámico a la hora de la obtención de diferentes muestras.



Para determinar la finura, obtendremos un valor en micras (unidad de medida en la que se facilitan los datos), en función de la resistencia que ofrece una cantidad estándar de lana al flujo de aire; éstos últimos no permiten estimar variabilidad en diámetro promedio de las fibras.

El “air-flow”:

Cuando una corriente de aire pasa a través de una masa de fibras repartida uniformemente en una cámara con fondo perforado, la relación entre el gasto de aire (l/min) con la diferencia de presión (mm/H₂O) viene únicamente determinada por la superficie total de las fibras así como por varias constantes. Esta relación puede ser obtenida a partir de las ecuaciones hidrodinámicas de Kozeny y otros autores.

Para las fibras de sección recta, circular o casi circular, y de densidad constante como la lana no medulada, la superficie de una masa dada de fibras



Foto 17: Aparato air-flow

es proporcional únicamente al diámetro medio de las fibras. Este principio (el método «air-flow») puede utilizarse para la construcción de un aparato para la medición del diámetro medio de las fibras. Debido a su rapidez y simplicidad, el método interesa particularmente para los análisis de rutina (control de calidad) en los laboratorios industriales.

El método exige que las fibras estén razonablemente limpias y estén dispersadas y abiertas uniformemente, como los velos de carda o las mechas de peinados.



❖ VEGETALES

Es un proceso idéntico al del estudio de vegetales en la lana lavada. Si bien en la primera se buscaba un porcentaje sobre la cantidad de peso entregada al cliente (por el alto número de vegetales contenido), en el caso de la lana peinada buscamos una cantidad numerada de cantidad de “pajas” encontradas por cada metro de mecha.

Así, como el número de vegetales en la mecha de fibra peinada es muy bajo, encontraremos medias de entre 1 y 2 pajas por cada mecha de 1 metro.

CALCULO DE LA MEDICIÓN DE VEGETALES EN LA FIBRA:

Para ayudarnos en el cálculo, colocaremos la mecha extendida y abierta sobre una lámpara, viendo así a contraluz la cantidad de fibras.

Para su contaje, tomaremos las pajas de más de 1 cm y 3 de menos de 1 cm como una unidad contabilizada. Si encontráramos por ejemplo una “paja” de 1 cm y 2 de menor longitud, diríamos que esa muestra tiene en torno a 1.5 “pajas” por metro.

**** Si bien hemos hecho una breve explicación de las cualidades fibras para así explicar el análisis técnico que realiza la empresa para su clientela, en el capítulo 2 hablaremos sobre las características de la fibra desde una mayor profundidad.*

Así, estudiaremos las características de la fibra que es tratada desde un punto de vista mucho más generalizado, hablando además de características que la empresa no tiene abarcadas en sus análisis.



1.4) RECURSOS HUMANOS MANUFACTURAS S.A. :

El organigrama de la empresa MANUFACTURAS S.A. está formado por:

- ✓ **Consejo de administración:** Formado por 7 miembros (D. Javier Sánchez Patrocinio, D. Rafael Rodilla Jiménez, D. Iván Sánchez Patrocinio, D. Francisco Delgado Hernández, D. Alberto Sánchez Patrocinio, Comercial Ovinos S.C.L. y Carmiel Wool S.L.)

Fundamentan la economía de la empresa. Entre sus funciones se encuentran la de aceptar o declinar las inversiones que se les propondrán, así como la toma de las decisiones finales que inmescuyen al buen funcionamiento de la empresa.

- ✓ **Asesor técnico:** D. Alberto Sánchez Patrocinio.

Su función será la de asesorar en cuanto a las posibles mejoras de maquinaria, metodologías de trabajo, así como de encontrar posibles inversiones de cara a mejorar el funcionamiento global de la empresa.

Cabe destacar la reciente implantación en la empresa de una cogeneración, promovida por D. Alberto Sánchez Patrocinio, la cual ha generado una inyección en beneficios y eficiencias para la empresa. A pesar de la gran inversión, con su implantación, se ha logrado reducir costos severamente en la producción por medio de un menor consumo de energías durante la producción. Además, genera 1MWh de energía eléctrica. Se ha decidido por parte de Manufacturas S.A., vender esta energía producida directamente a la COMISIÓN NACIONAL DE LA ENERGÍA.

- ✓ **Gerente:** D. Anastasio Barrios Guijo.

Dirige las relaciones comerciales, así como las ventas. Por otra parte realizará también la función administrativa y de recursos humanos de la empresa.



- ✓ **Director de producción:** D. Inocencio Gómez.
Será el encargado de la gestión de la producción. Velará por un buen ritmo de producción, así como del buen estado en la maquinaria de la empresa.

- ✓ **Mantenimiento:** Formado por un electricista (D. Mariano Sánchez Domínguez) y dos mecánicos (D. Pedro Nieto Hernández y D. Jesús García Marín)

Realizarán las funciones de reparaciones, revisiones y puesta a punto de la maquinaria, además de las instalaciones eléctricas.

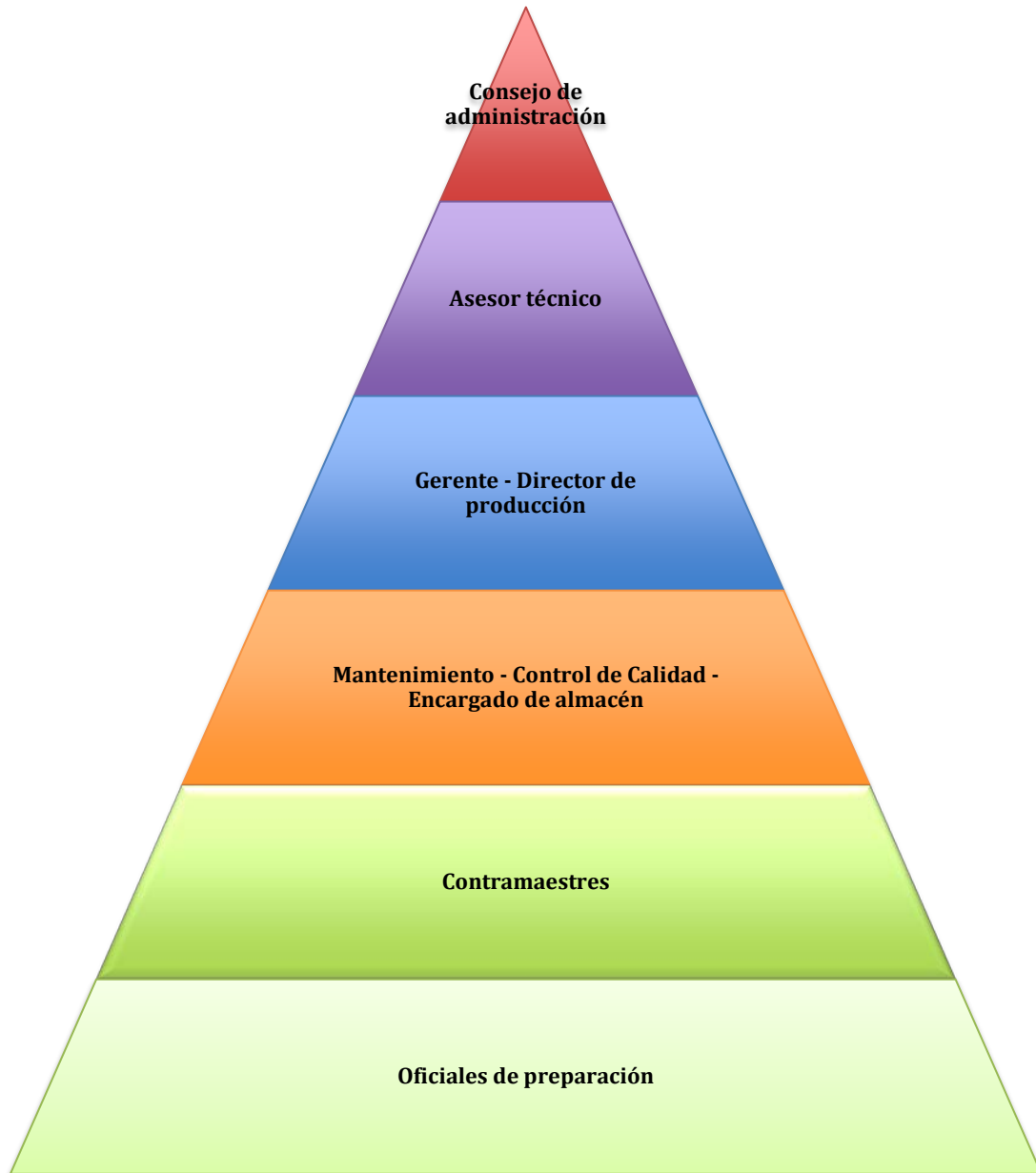
- ✓ **Control de calidad (Laboratorio):** Álvaro Barrios Márquez.
Será el encargado de analizar las diferentes características en las muestras obtenidas durante la producción. Velará por el mantenimiento de los niveles de calidad de la materia durante la producción.

- ✓ **Encargado de almacén:** D. José Antonio Servate Hoya.
Gestionará el almacenamiento de la materia. También será el encargado del tráfico de ésta.

- ✓ **Contramaestres:** Formado por 5 miembros en plantilla.
Cada uno de ellos tendrá la función de pequeñas reparaciones durante la producción. Se situarán distribuidos en las diferentes secciones durante el proceso (lavado y peinado). Entre todos, cubrirán las 24 horas de la jornada de trabajo.

- ✓ **Oficiales de preparación:** Formado por 9 miembros en plantilla.

Diagrama del organigrama de la empresa MANUFACTURAS S.A. :





CAPITULO 2

ESTUDIO TEÓRICO SOBRE:

- FIBRA TEXTIL

- AGUA RESIDUAL

- DEPURACIÓN DE
AGUAS RESIDUALES



2.1) LA FIBRA TEXTIL

La fibra es un sólido con una pequeña sección transversal y una elevada relación longitud-sección.

Cada fibra se compone de millones de largas cadenas moleculares individuales, de discreta estructura química.

La disposición y orientación de estas moléculas, así como la forma y grosor de la sección transversal afectarán sus propiedades, pero la primera determinará la naturaleza básica física y química.

Para que una fibra sea considerada como textil, será fundamental que contenga las siguientes características:

- ✓ Flexibilidad.
- ✓ Elasticidad.
- ✓ Resistencia.

Sin estas características, la fibra no serviría para obtener un hilado con las características que requieren los tejidos de buena calidad.

2.1.1) CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS TEXTILES

Entre las principales características de las fibras textiles encontramos:



2.1.1.1) FLEXIBILIDAD

Una fibra debe ser suficientemente flexible. Debe por tanto soportar flexiones repetidas sin disminuir su resistencia a la rotura.

Sin una adecuada flexibilidad, sería imposible convertir las fibras en hilos y tejidos, debido a que la flexión y la doblez de las fibras individuales son necesarios para esta conversión.

Además, el grado de flexibilidad determina la facilidad con la cual los tejidos podrán ser doblados y esto influirá en la durabilidad de la prenda.

Existen muchas sustancias naturales con la forma de fibra, pero que por ser duras y quebradizas no pueden ser usadas como fibras textiles.

2.1.1.2) ELASTICIDAD

Es de gran valor por cuanto facilita la tejeduría. Aumenta la duración del material y es de gran importancia en los procesos de acabado.

Hay que distinguir la diferencia entre elasticidad y elongación.

La elongación (o alargamiento de ruptura) viene dada como un porcentaje que puede ser alargada una fibra antes de su rotura. Por ejemplo: un hilo de 100 cm con un 12% de elongación, podría alargarse hasta los 112 cm antes de romperse.

Elasticidad es la capacidad para recuperarse de una deformación. Por ejemplo: cuando una fibra de 100 cm. se estira en 10%, se convierte en una fibra de 110 cm., pero cuando le quitamos la carga causante de la deformación, esta vuelve a su longitud inicial (100 cm.). De esta manera, obtendremos fibras que puedan tener un 100 por 100 de elasticidad si



recuperan su longitud inicial, o de un menor porcentaje si recuperan parte del estiramiento, pero finalmente quedan con una longitud un tanto mayor que la inicial.

2.1.1.3) RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Las fibras textiles deben poseer una adecuada resistencia a la tracción. Ésta varía considerablemente en las diferentes fibras. Es importante que la fibra posea suficiente resistencia para ser trabajada y procesada por las maquinarias de hilatura y tejeduría dando luego un producto con adecuada durabilidad para el uso al cual está destinado.

El término tenacidad es generalmente aplicado a la resistencia a la tracción de fibras individuales y se expresa en centi-Newton por tex [cN/tex].

2.1.1.4) PESO ESPECÍFICO

Es el peso por unidad de volumen de un cuerpo y en el Sistema Internacional de Unidades se utiliza el Newton por metro cúbico [N/m³].

Según el S.I. el término peso específico no es correcto, debiendo llamarse densidad de peso, a pesar de esta recomendación, se emplea intensamente.

$$\delta = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$$

Para efectos prácticos el peso específico suele expresarse en gramos por centímetro cúbico. [gr/cm³].



2.1.1.5) FINURA

Se refiere al grosor de las fibras y determina en gran medida la calidad del producto final, sea hilo o tejido.

Esta característica contribuye al tacto de los tejidos. Así, fibras más finas dan al tejido un tacto suave, mayor resistencia, mayor flexibilidad, mejor caída y mejor doblez, aunque una mayor tendencia al pilling o frisado. (frisado o pilling: es el fenómeno por el cual se forman en la superficie de los tejidos, y durante su uso, pequeños nudos o bolitas que pueden restar valor estético de los elementos realizados con ellos).

Las fibras gruesas son rígidas y ásperas, comunican dureza y cuerpo al tejido, además de una mayor resistencia al arrugado.

Además, la finura de la fibra influye en aspectos tecnológicos de la hilatura tan importantes como:

- *COMPORTAMIENTO DE LA HILATURA*

Se conoce como límite de hilatura al grosor mínimo de hilo que se puede elaborar con una finura determinada de fibra.

Para evitar problemas técnicos durante la hilatura, existe una cantidad mínima de fibras que deben estar presentes en cada sección transversal del hilo confeccionado (un número menor de fibras ocasiona roturas constantes por la poca resistencia de la masa de éstas). De acuerdo al sistema de hilatura se tiene un aproximado del número mínimo de fibras por sección del hilo:



Sistema de hilatura	Mínimo de fibras / sección
Algodón cardado, continua de anillos	80
Algodón peinado, continua de anillos	40
Algodón, open end a rotores	90
Lana Peinada, continua de anillos	20

Podemos observar que con el mismo número de fibras por sección, se pueden obtener hilos más delgados empleando las fibras más finas

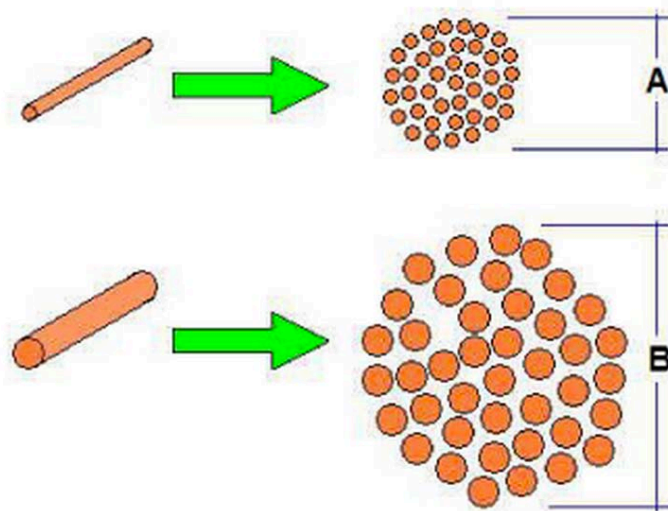
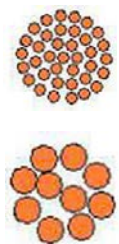


Figura 1: Hilo de lana visto transversalmente

○ REGULARIDAD DE LOS HILOS

Dados dos hilos con el mismo grosor, pero elaborados con fibras de diferente finura, se tiene que:

- El hilo fabricado con fibras más finas tendrá mayor cantidad de ellas en su sección transversal.
- El hilo fabricado con fibras más gruesas tendrá menor cantidad de ellas en su sección transversal.





A su vez, la irregularidad límite de un hilo está dada por la fórmula de Huberty:

$$CV_{\text{límite}} = \frac{K}{\sqrt{\frac{\text{fibras}}{\text{sección}}}}$$

Siendo $CV_{\text{límite}}$ la “irregularidad límite”:

- ✚ A mayor cantidad de fibras en la sección de hilo, menor será el CV límite del mismo.
- ✚ A menor cantidad de fibras en la sección de hilo, mayor será el CV límite del mismo.
- ✚ El hilo fabricado con fibras más finas tendrá menor irregularidad.
- ✚ El hilo fabricado con fibras más gruesas tendrá mayor irregularidad.

2.1.1.5.1) EXPRESIÓN DE LA FINURA

La finura se puede expresar de varias maneras:

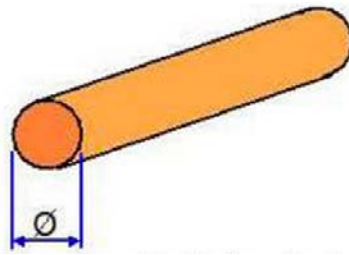
- Finura diametral
- finura seccional
- finura volumétrica
- superficie específica
- finura gravimétrica.

Las de mayor importancia y utilidad para fines textiles son la gravimétrica y la finura diametral.



➤ FINURA DIAMETRAL

Si la sección de la fibra es considerada como circular y constante, o de forma semejante, se utiliza de preferencia la finura diametral, La finura diametral está representada por el valor del diámetro de la sección transversal (perpendicular al eje longitudinal) de la fibra, valor generalmente expresado en micras ($1\mu\text{m} = 1 \times 10^{-6}\text{m}$).



Calculo del diámetro aparente

Si consideramos a una fibra textil de forma cilíndrica, con un diámetro (en cm) y una longitud L (en cm), con un peso específico (en gr/cm^3).

Obtenemos su volumen:

$$\text{Volúmen} = \frac{\phi^2 \cdot \pi \cdot L}{4}$$

Sabiendo la expresión del peso específico:

$$\delta = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$$

Obtenemos por igualdad:

$$\frac{\text{Peso}}{\delta} = \frac{\phi^2 \cdot \pi \cdot L}{4}$$



De esta fórmula despejamos el diámetro:

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \cdot \text{Peso}}{\delta \cdot \pi \cdot L}}$$

Por otro lado, el título Denier de la fibra determina:

$$Td = \frac{\text{Peso [g]}}{L [m]} \cdot 9000 = \frac{\text{Peso [g]}}{L [cm]} \cdot 90$$

Despejando la longitud de fibra en centímetros:

$$L [cm] = \frac{\text{Peso [g]} \cdot 90}{Td}$$

Reemplazando en la ecuación del diámetro llegamos a la expresión del diámetro:

$$\phi [cm] = \sqrt{\frac{4 \text{ Peso}}{\delta \cdot \pi \cdot \frac{\text{Peso} \cdot 90}{Td}}} = \sqrt{\frac{0,014147 \cdot Td}{\delta}}$$

El diámetro en micras vendrá dado por las siguientes fórmulas. En la segunda, nos muestra la expresión para trabajar con la finura de la fibra en decitex:

$$\phi [\mu] = \sqrt{\frac{141,47 \cdot Td}{\delta}}$$

$$\phi [\mu] = \sqrt{\frac{141,47 \cdot Td}{\delta}}$$



➤ FINURA SECCIONAL

La finura seccional es igual a la superficie (**área**) media de una sección recta de la fibra.



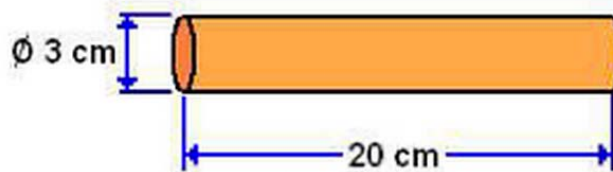
Cálculo finura seccional:

La finura seccional en este caso vendría dada por el área del círculo.

$$\text{Finura secc.} = \text{Área de la sección} = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 1,5^2 = 7,07 \text{ cm}^2$$

➤ FINURA VOLUMÉTRICA

La finura volumétrica de una fibra es expresada por medio de la relación volumen entre longitud (V/L).



Cálculo finura volumétrica

Primeramente obtenemos el volumen de la fibra, siendo necesario conocer su longitud:

$$\text{Volúmen} = \text{Área secc.} \cdot \text{Altura} = \pi \cdot r^2 \cdot h = 141,37 \text{ cm}^2$$

$$\text{Longitud de la fibra} = 20 \text{ cm}$$



La finura volumétrica de la fibra viene dada por la relación entre ambas:

$$\text{Finura Volumétrica} = \frac{\text{Volumen de la fibra}}{\text{Longitud de la fibra}}$$

➤ SUPERFICIE ESPECÍFICA

Es la relación de la superficie externa con respecto al volumen de la fibra.



Cálculo de la superficie específica:

La fórmula que determina su valor viene dada por:

$$\text{Superficie específica} = \frac{\text{Superficie lateral}}{\text{Volumen de la fibra}} = \frac{2\pi \cdot r \cdot h}{\pi \cdot r^2 \cdot h}$$

➤ FINURA GRAVIMÉTRICA

Es la expresión que se conoce como la densidad lineal en los sistemas directos o indirectos.

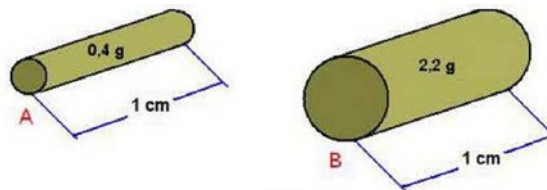


✓ SISTEMA DIRECTO

Llamado de los **títulos**. Expresa la relación del peso por unidad de longitud:

$$\text{Finura gravimétrica directa} = \frac{\text{Peso}}{\text{Longitud}}$$

Está en relación directa con el grosor de la fibra, es decir, a mayor título, mayor es el grosor.



Determinamos las finuras gravimétricas directas de las fibras A y B:

$$\text{Finura de A} = \frac{\text{Peso}}{\text{Longitud}} = \frac{0,4g}{1cm} = 0,4g/cm$$

$$\text{Finura de B} = \frac{\text{Peso}}{\text{Longitud}} = \frac{2,2g}{1cm} = 2,2g/cm$$

La fibra de A es más fina, pues pesa menos por unidad de longitud (tiene menor título).

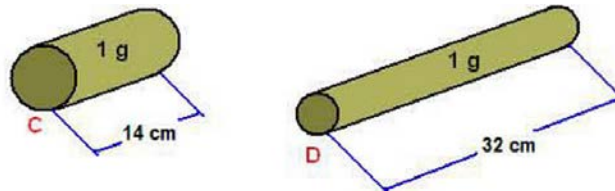
✓ SISTEMA INDIRECTO

Conocido como de los **números**. Expresa la relación de la longitud por unidad de peso (L/P).



$$\text{Finura gravimétrica indirecta} = \frac{\text{Longitud}}{\text{Peso}}$$

Está en relación inversa con el grosor de la fibra, es decir, a mayor número, menor es el grosor.



Determinamos las finuras gravimétricas indirectas de las fibras C y D:

$$\text{Finura de C} = \frac{\text{Longitud}}{\text{Peso}} = \frac{14\text{cm}}{1\text{g}} = 14\text{cm/g}$$

$$\text{Finura de D} = \frac{\text{Longitud}}{\text{Peso}} = \frac{32\text{cm}}{1\text{g}} = \frac{32\text{cm}}{\text{g}}$$

La fibra D es más fina, pues mide más por unidad de peso (tiene mayor número).

2.1.1.6) LONGITUD

A diferencia de la finura, la longitud puede modificarse en los procesos de hilatura, al sufrir fraccionamiento. La longitud puede ser expresada en milímetros, centímetros o pulgadas.

Debemos tener en cuenta que cuando la variación de longitud en un lote de fibras es muy alta, se presentan graves problemas en la hilatura por el alto contenido de fibras



cortas y por la calidad del producto que cada máquina entrega, afectando la productividad y la eficiencia del proceso.

En general, la variación de la longitud depende del origen de la fibra: en las fibras naturales puede encontrarse una gran dispersión en un mechón, usualmente ésta se expresa como coeficiente de variación de longitud, y puede oscilar desde un 40% hasta un 60%.

En el caso de las fibras manufacturadas cortadas es común encontrar una mayor uniformidad, cercana al 10% de coeficiente de variación.

2.1.1.6.1) IMPORTANCIA TÉCNICA DE LA LONGITUD

La longitud de la fibra es una característica física muy importante en la manufactura de los hilos y tejidos, ya que se puede fabricar hilos finos y gruesos en función de su longitud. Del tamaño de las fibras depende su proceso; es decir, el sistema de hilatura cardada o el sistema de hilatura peinada.

La determinación de la longitud de la fibra es un factor muy importante en la hilandería, desde el punto de vista técnico, así como conocer la proporción de la fibra corta que contiene el producto.

✚ **Ajustes de las máquinas de hilatura:** En las máquinas con rodillos de estiraje, éstos están deseados y dispuestos para trabajar en un rango de longitud estándar.

De acuerdo a los cambios en la longitud, se hacen ajustes para trabajar el material. Las variaciones considerables en la longitud no son recomendables, puesto que se tendrían que hacer regulaciones constantes, lo que elevaría el costo.



- ✚ **Mermas en la operación de peinado:** Es en este proceso en donde más se evidencia la importancia de la longitud de fibra. La cantidad de fibras cortas presente en el material de alimentación influye directamente en la cantidad de desperdicio extraído, y de esta manera el costo del producto fabricado se eleva considerablemente.

Cuanto mayor es el porcentaje de fibra corta, mayor es el desperdicio obtenido.

- ✚ **Características de los hilos:** la longitud de la fibra influye en la resistencia a la tracción del hilo fabricado con la misma, debido a que las fibras más largas presentan mayor superficie de contacto unas con otras, resultando en un incremento de la tenacidad.

Sabemos además que *la fuerza necesaria para deslizar una fibra es*

directamente proporcional a su longitud:
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{L_1}{L_2}$$

Esto unido al hecho de que *la resistencia de un hilo es directamente proporcional a la fuerza necesaria para deslizar a las fibras*, podemos concluir:

La resistencia de un hilo es directamente proporcional a la longitud de las fibras que lo componen.

Por otro lado, los hilos producidos a partir de fibras cortas son muy irregulares, de menor resistencia y más gruesos. La naturaleza de las fibras cortas promueve que las puntas de éstas salgan más fácilmente del cuerpo o eje del hilo, dando una apariencia de vellosidad o pilosidad.

- ✚ **Diseño de las máquinas:** A menor longitud de fibra, el diseñador de la maquinaria tiene una mayor cantidad de inconvenientes ya que se ve obligado a realizar diseños menores, esto conlleva a diseñar rodillos menos fuertes, más pequeños y más veloces, lo que genera menos espacios



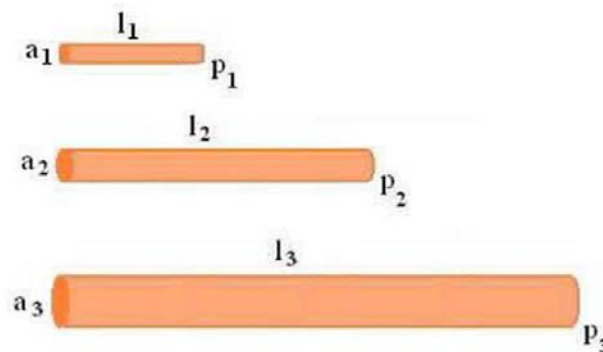
disponibles para colocar los dispositivos que controlan los movimientos de las fibras.

- ✚ **Las características del tejido:** Para muchos propósitos se prefieren fibras más largas, sin embargo desde el punto de vista de las características de las telas, las fibras cortas tienen mayores ventajas sobre las fibras largas si se desea producir telas con superficie de tacto caluroso, peludo y delicado. Este efecto está fuertemente influenciado por el método de hilatura empleado, pero de todas maneras varía en relación inversa a la longitud de las fibras.

2.1.1.6.2) EXPRESIONES DE LONGITUDES MEDIAS

Dado un mechón de fibras, existen tres maneras de expresar su promedio de longitud.

Considerando una muestra de tres fibras, con una longitud (l), sección (a) y peso (p) de cada una:



- ✚ **Longitud media ponderada al número de fibras:** esta es la longitud promedio deduciendo las proporciones en número de las fibras en la muestra. Esta fórmula sólo es verdaderamente representativa cuando las fibras tienen la misma finura.



$$l = \frac{\sum l_i}{n}$$

Siendo:

+ l_i la longitud de cada fibra

+ n el número de fibras

Esta longitud promedio es conocida como longitud media (M), cuando se analizan fibras de corte *lanero*.

- ✚ **Longitud ponderada a la sección de las fibras:** Esta es la longitud promedio deduciendo las proporciones en área de las fibras en la muestra. Esta fórmula sólo es verdaderamente representativa si las fibras tienen el mismo peso específico (si fueran de la misma materia).

$$l = \frac{\sum (l_i \cdot a_i)}{\sum a_i} = \frac{\sum p_i}{\sum \frac{p_i}{l_i}}$$

Siendo:

+ l_i la longitud de cada fibra

+ a_i el área de cada fibra

+ p_i el peso de cada fibra

Esta longitud promedio es conocida como Altura (H), cuando se analizan fibras de corte *lanero*.

- ✚ **Longitud media ponderada al peso de las fibras:** Esta es la longitud promedio deduciendo las proporciones en peso de las fibras en la muestra. Esta fórmula es representativa de todo el conjunto de fibras, independientemente de su finura y peso específico.

$$l = \frac{\sum (l_i \cdot p_i)}{\sum p_i}$$

Siendo:

+ l_i la longitud de cada fibra

+ p_i el peso de cada fibra

Esta longitud promedio es conocida como Barba (B), cuando se analizan fibras de corte *lanero*.

En general, se cumple que: $B > H > M$.



2.1.1.6.3) OTROS PARÁMETROS DE LA LONGITUD DE FIBRAS

- ✚ **Coefficiente de variación de longitud:** El grado de dispersión alrededor de la media se indica por ciertos valores estadísticos, siendo la desviación estándar la más utilizada, designado por σ (sigma). Cuanto más elevada es la desviación estándar, más se alejan de la media los valores extremos. Contrariamente, una desviación estándar nula, significaría que todas las fibras tienen la misma longitud. La desviación estándar es a menudo expresada como porcentaje en relación a la media. Este nuevo valor se denomina coeficiente de variación y se expresa como:

$$CV_{longitud} = \frac{\sigma}{l} \cdot 100$$

Siendo:

+ σ la desviación estándar.

+ l la longitud.

- ✚ **Uniformidad de la longitud:** La uniformidad, de la longitud es la relación entre la longitud media y la longitud media superior de las fibras y se expresa en porcentaje.

Si todas las fibras de un fardo tuvieran la misma longitud, la longitud media y la longitud media superior tendrían el mismo valor y el índice de uniformidad sería 100.

Lo ideal, en hilandería, es disponer de una fibra completamente igual u homogénea en cuanto a longitud, tal como sucede en las fibras artificiales y sintéticas, lo que es imposible en las fibras naturales, porque entra en juego una serie de factores como el clima, la especie, la nutrición...

En la práctica, dos fibras con la misma longitud máxima, serán muy distintas si contienen mayor o menor proporción de fibra media y corta. Por tanto, conviene que la fibra sea lo más homogénea posible, pues las fibras cortas, en



el momento del estiraje, quedan flotantes o sueltas entre las paredes de los cilindros de estiraje, y avanzan formando aglomeraciones y dando lugar a las irregularidades de los hilos, afectando la resistencia de los mismos.

Si una muestra presenta un índice de uniformidad bajo, tiene a incluir un porcentaje alto de fibras cortas. Este tipo de fibra puede ser difícil de procesar y producirá un hilado de baja calidad.

2.1.1.7) HIGROSCOPICIDAD

Es la capacidad para absorber la humedad del aire e incorporarla a su contenido. Depende de la estructura química y física de la fibra, así como de la temperatura y humedad del entorno.

Para cada sustancia existe una humedad que se llama de equilibrio, es decir, un contenido de humedad de la atmósfera tal a la cual el material ni capta ni libera humedad al ambiente. Si la humedad ambiente es menor que este valor de equilibrio, el material se secará. Si en cambio, la humedad ambiente es mayor, este se humedecerá.

Así, ciertos minerales como el cloruro de calcio son capaces de captar agua de la atmósfera en casi cualquier condición, porque su humedad de equilibrio es muy baja; sustancias como éstas son usadas como desecadoras.

En general, todas las fibras textiles, sean naturales o manufacturadas tienen la propiedad de contener en su constitución física una cierta cantidad de agua.

La higroscopicidad de los materiales se puede expresar como:

- Contenido de humedad o porcentaje de humedad.
- Recuperación de humedad o “regain”.



El contenido de humedad siempre presenta valor más pequeño que el regain.

- ✚ **Contenido de humedad - Porcentaje de humedad (%H):** Es la cantidad de humedad expresada en porcentaje del peso de la muestra antes del secado. Se expresa con la fórmula:

$$\%H = \frac{(ph - ps)}{ph} \cdot 100$$

Siendo:

+ ph el peso de la muestra húmeda
(peso fibra + peso de la humedad)

+ ps el peso de la muestra seca (peso
de la fibra)

- ✚ **Recuperación de humedad – Regain (%R):** Es la recuperación de la humedad expresada en porcentaje del peso de la muestra seca. Se calcula con la fórmula:

$$\%R = \frac{(ph - ps)}{ps} \cdot 100$$

Siendo:

+ ph el peso de la muestra húmeda
+ ps el peso de la muestra secada.

❖ REGAIN ESTÁNDAR

Se entiende por regain estándar a la cantidad de agua o humedad que posee una fibra en relación a su peso seco a condiciones normales (determinado en un laboratorio de ensayo a $21 \pm 2^\circ\text{C}$ y $65 \pm 2\%$ de humedad relativa). También se le conoce como tasa legal de humedad.



<u>Tipo de fibra</u>	<u>Regain estándar (%)</u>
Acetato secundario	6,5
Acrílico	1,5
Algodón (fibra)	8,5
Algodón (hilo crudo)	7,0
Lana Lavada	17,0
Lana (hilo cardado)	17,0
Lana (hilo peinado)	18,25
Lana (tejido de hilo peinado o cardado)	16,0
Poliéster	0,4

Tabla 1: Ejemplos de diferentes valores de Regain en distintas fibras

Toda empresa antes de comprar la materia prima, debe determinar su regain, por ser un factor que afecta al material, aumentando o disminuyendo el peso del mismo.

Se aplica para ello la fórmula:

$$Pn = \frac{Pa \cdot (100 + Rn)}{(100 + Ra)}$$

Siendo:

- + Pn el peso corregido a c.n.
- + Pa el peso actual-
- + Rn el regain a c.n. (regain estándar)
- + Ra el regain actual.



2.1.1.8) RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

Es la capacidad de una fibra de soportar las fuerzas de frote en el uso diario. Si una fibra es capaz de absorber y disipar eficazmente estas fuerzas sin daño, la fibra muestra resistencia a la abrasión.

El deterioro de los artículos textiles se debe en gran parte a la abrasión de las fibras constituyentes.

La tenacidad y la dureza de una fibra, están relacionadas con sus estructuras químicas y físicas y su morfología, e influirán en la abrasión de la fibra. Una fibra rígida y frágil como el vidrio es incapaz de disipar las fuerzas de acción abrasiva, resultando en daño y rotura de la fibra. Por el contrario, una fibra dura pero más plástica como el poliéster muestra una mejor resistencia a las fuerzas de abrasión.

2.1.1.9) RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

También se le denomina resiliencia. Cuando una masa de fibras es comprimida su volumen aparentemente disminuye. Cuando se deja de ejercer la fuerza, la masa de fibras puede recuperar más o menos su volumen primitivo.

Durante el uso de la prenda, las fibras de las telas a menudo se someten a fuerzas de compresión, flexión y torsión bajo diferentes condiciones de temperatura y humedad. Si las fibras dentro de la tela poseen buenas propiedades de recuperación elástica de tales acciones deformadoras, tendrán buena resiliencia y mejor apariencia en general en el uso final.



2.1.1.10) RIZADO

La ondulación de una fibra influye en la voluminosidad del hilo y en el tacto del tejido. Las prendas confeccionadas con fibras rizadas son térmicamente más aislantes.

La ondulación de las fibras presenta tres parámetros:

- ✓ Si es en dos o en tres dimensiones.
- ✓ Tamaño del rizado (amplitud).
- ✓ Número de ondulaciones por unidad de longitud (frecuencia).

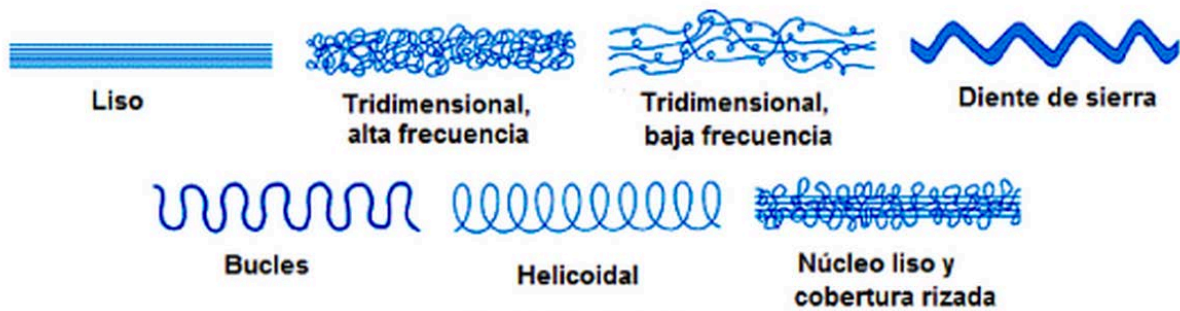


Figura 2: Diferentes tipos de rizado en la lana

2.1.1.11) PROPIEDADES FRICCIONALES Y COHESIVAS

Se sabe que la fuerza necesaria para ocasionar un deslizamiento relativo de dos superficies es proporcional a las fuerzas que mantienen a estas superficies en contacto.

Las fibras deben ofrecer la suficiente fricción para que al reducir el deslizamiento entre las mismas aumente la resistencia del hilado. Es decir, deben tener la habilidad de permanecer juntas en los procesos de manufactura del hilo y en el hilo final.



La cohesión de las fibras puede deberse al contorno de superficie o a la forma de la sección transversal, que las habilita para acoplarse y enredarse suficientemente, adheridas unas a otras.

Estas propiedades dependen de la forma seccional de la fibra.

2.1.1.12) FIELTRAMIENTO

Se refiere a la capacidad de las fibras de entrelazarse unas con otras. En esta propiedad sobresale la lana, gracias a la presencia de escamas en su superficie.

2.1.1.13) EFECTO TRIBOELÉCTRICO

El efecto triboeléctrico es un tipo de electrificación causado por el frotamiento directo.

La carga electrostática se produce cuando dos cuerpos se rozan y se separa, uno de los cuerpos, como mínimo, debe ser aislante. En consecuencia como la mayor parte de los materiales textiles son conductores, originan estas cargas.

El valor de la carga varía en función de las características dieléctricas, de resistencia de estos cuerpos y de influencias exteriores como la humedad relativa del ambiente, la temperatura y la humedad relativa del material.

En general, la tendencia a las cargas electrostáticas es más débil en las fibras vegetales que en las de origen animal o sintético.

Las cargas electrostáticas producen:



- ✓ Enrollamientos de fibras sobre los órganos de rotación en las máquinas, especialmente en la hilandería.
- ✓ Adherencia de hilos en el urdido.
- ✓ Hilados con fibras erizadas (hilos peludos).
- ✓ Formación de chispas.

Los inconvenientes de las cargas electrostáticas de los tejidos acabados puede ser mejorada, por ejemplo, mezclando la lana (carga positiva) con polipropileno (carga negativa), o incorporando materiales conductores (fibras metálicas o de carbono).



Figura 3: Características según propiedad triboeléctrica

2.1.1.14) CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Es la capacidad de transferir cargas eléctricas y se expresa en siemens por metro.

Esta propiedad se relaciona con la triboeléctrica del siguiente modo: si una fibra genera electricidad ante una acción de frotamiento y no es capaz de transferir esta carga, se comporta como un imán, adhiriéndose a superficies con carga opuesta.



Si este fenómeno ocurre en las etapas de la hilandería, ocasiona enredos sobre los cilindros y rodillos de estiraje, con el consiguiente paro de maquinaria. Cuando se trata de prendas, el tejido se adhiere al cuerpo y genera baja confortabilidad, a la vez que atrae el polvo y otras partículas pequeñas, ensuciándose más rápido.

Resumiendo:

Alta triboelectricidad + baja conductividad eléctrica = electricidad estática.

Si bien la primera propiedad no puede modificarse, la conductividad eléctrica es pasible de incrementarse mediante la adición de sustancias conductoras (ensimaje en la hilandería) o la mezcla con fibras metálicas ya en el tejido, para disipar las cargas, como en las alfombras antiestáticas.

2.1.1.15) CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

Es la capacidad de conducir calor, se expresa en vatios por Kelvin metro.

Esta propiedad, entre otras, puede determinar que un tejido adquiera características de abrigar más. La sensación de confort está en relación con la temperatura del cuerpo y la del medio externo:

- ✓ En climas templados (18 a 30°C) es conveniente usar prendas con fibras que sean permeables térmicamente, para que nuestro calor corporal (37°C) se disipe, y así evitar el “bochorno”.



- ✓ En climas rigurosos (menores de 16 °C y mayores de 40 °C), mas bien se requiere el empleo de fibras no conductores de calor. Así nuestra temperatura corporal nos brindará una sensación más cómoda que el medio externo.

Adjuntamos una tabla con las diferentes conductividades térmicas de cada tejido:

Fibra	W/(K·m)
Algodón	0,07
Lana	0,055
Seda	0,05
Poliamida	0,25
Poliéster	0,14
Polietileno	0,12
Polipropileno	0,34
Cloruro de polivinilo	0,16

Tabla 2: Valores de conductividad térmica según tipo de fibra

2.1.1.16) LUSTRE

Como lustre se entiende al grado de luz que se refleja desde la superficie de una fibra o el grado de brillantez que la fibra posee.

La estructura química y física inherente y la forma de la fibra puede afectar su brillo relativo.

En las fibras naturales el lustre depende de la forma que la naturaleza da a la fibra, puede cambiarse por medios químicos y/o tratamientos físicos (como la mercerización del algodón).

En las fibras manufacturadas el lustre puede variarse de brillante a opaco dependiendo de la cantidad de deslustrador añadido a la fibra. Los deslustradores



tienen a dispersar y absorber la luz, con lo que la fibra parece más opaca. Como referencia, se muestra a continuación el grado de lustre de una fibra sintética y la cantidad de dióxido de titanio(deslustrador):

- ✓ Brillante: Sin o con mínima cantidad de dióxido de titanio.
- ✓ Semi-brillante: Fibra ligeramente deslustrada.
- ✓ Semi-mate: Con 0,25-0,5% de dióxido de titanio.
- ✓ Mate: Con 0,5-1,0% de dióxido de titanio.
- ✓ Super-mate: Con 1-3% de dióxido de titanio.

El lustre deseado de una fibra dependerá del uso final del tejido o prenda y de las tendencias de la moda.

2.1.1.17)RESISTENCIA A LOS AGENTES EXTERNOS

Para ser útil una fibra textil debe tener una resistencia razonable a los productos químicos que entran en contacto con ella durante el uso y mantenimiento. Debe tener resistencia a la oxidación por el oxígeno y otros gases en el aire, particularmente en presencia de luz, y ser resistente al ataque de microorganismos y otros agentes biológicos. Muchas presentan reacciones bajo luz inducida y las fibras naturales son susceptibles al ataque biológico, pero tales deficiencias se pueden minimizar mediante tratamiento con acabados apropiados. Además, las fibras textiles entran en contacto con una amplia gama de agentes químicos en el lavado en seco y deben ser resistentes a tales condiciones.



2.1.1.18) CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS E INFLAMABILIDAD

La fibra textil debe ser resistente al calor seco y húmedo, no ha de encenderse fácilmente al entrar en contacto con una llama, e idealmente debe auto extinguirse cuando se le retira de ella.

La estabilidad térmica es particularmente importante durante el tejido y el ennoblecimiento, y durante la limpieza y mantenimiento por el usuario final.

En su mayor parte las fibras textiles se componen de materiales poliméricos orgánicos que contienen carbono y arden o encienden con una llama u otra fuente de ignición.

En general la estructura química de una fibra determina su inflamabilidad, y acabados textiles apropiados pueden reducirla.

La combustión de fibras textiles está relacionada con su índice límite de oxígeno (LOI, limit oxygen index), que indica la cantidad mínima de oxígeno que la fibra necesita para arder.

Dado que el porcentaje de oxígeno en el aire es de alrededor de 21, es evidente que todas las fibras con un LOI por debajo de este nivel se queman con facilidad, mientras que aquellas con un alto LOI tenderán a no quemar.

Fibra	LOI (%)
Lana	25
Algodón	18
Rayón viscosa	20
Acetato	18
Triacetato	18
Clorofibra	48
Acrílico	18 – 20
Modacrílico	22 – 28
Novoloid	36
Poliéster	20
Poliamida	20

Tabla 3: Características térmicas según el tipo de fibra



2.2) AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales, son aquellas resultantes de procesos antropogénicos, como el uso personal, la industria, la agricultura, también incluyéndose el agua de lluvia recogida en el sistema de alcantarillado.

Esta agua, recibirán tratamientos físicos y químicos, y posteriormente procesos de depuración (potabilización) para su posterior reutilización.

Los tipos de contaminantes son por lo tanto los físicos, químicos y los biológicos.

2.2.1) CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Determinaremos la contaminación de un agua residual urbana en función de su caudal; así sabremos su concentración en materias en suspensión y de su demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Esta demanda a la que nos referimos, permitirá valorar su contaminación de origen industrial.

Las sustancias que pueden contener un agua residual se pueden clasificar de la siguiente forma:

- **SOLIDOS:**
 - Flotantes
 - Sedimentables
 - En suspensión
 - Organismos microbianos

- **DISUELTOS:**
 - Sales solubles



- GASES:
 - CO₂
 - Cl₂
 - H₂
 - O₂
 - H₂S
 - NH₃

Es importante saber que la cantidad de aguas residuales oscila entre 50 y 500 l/hab. por día y varía según la hora del día y la estación del año que nos encontremos.

En las estaciones depuradoras, denominaremos al agua residual como un agua de alta, media o baja carga. Para clasificarla, usamos parámetros físicos, químicos y biológicos que denominan al agua de fuerte, media o débil.

La siguiente tabla muestra datos típicos de la concentración y composición del agua residual.

PARÁMETROS	Concentración (mg/l)		
	Fuerte	Media	Débil
Sólidos en suspensión	300	200	100
Fijos (inorgánicos)	70	50	30
Volátiles orgánicos	230	150	70
DBO	300	200	100
DQO	750	500	250
Nitrógeno total	65	40	20
Nitrógeno amoniacal	50	25	12
Fósforo total	20	10	6
**ACEITES Y GRASAS	150	100	50

Tabla 4: Clasificación de aguas residuales según sus parámetros

2.2.1.1) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

La característica más fuerte del agua residual es su contenido total de sólidos, el cual está compuesto por materia flotante y materia en suspensión, en dispersión coloidal y en disolución. Otras características son la temperatura, color, olor turbiedad, y densidad.

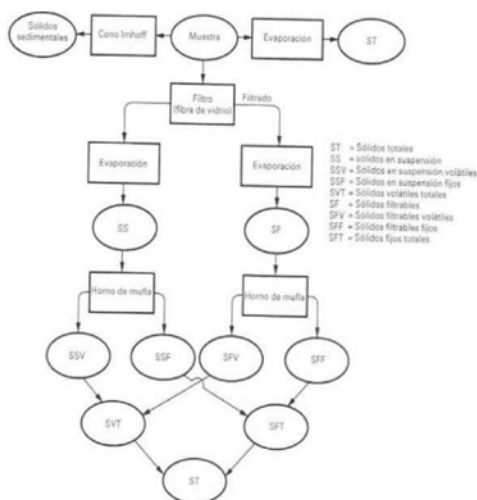
2.2.1.1.1) SÓLIDOS

Normalmente constituyen menos del 2 centésimas del peso en el agua residual. Esta pequeña cantidad de sólidos, será eliminada en la planta depuradora.

Al conjunto de todos los sólidos se les denomina sólidos totales y pueden clasificarse dependiendo de diversos criterios, como por ejemplo en suspensión y filtrables. Esta clasificación nos será útil para hablar de ellos a la hora de facilitar su eliminación en la depuración.

Analíticamente, definiremos a los sólidos totales como la cantidad de materia que obtenemos después de elevar la temperatura del agua a 103 °C - 105 °C. Al evaporarse el agua, nos quedará únicamente el sólido no evaporable. A la materia que se pierde debido a la alta presión del vapor no se le considerará como sólida.

Figura 4: Esquema de los diferentes sólidos existentes en las aguas residuales



Nos centraremos a continuación en diferenciar los sólidos en suspensión de los sólidos filtrables:



- **SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN:**

Son los que podemos diferenciar a simple vista, puesto que flotan en el agua. Incluyen partículas de gran tamaño (sólidos fecales, restos de comida, basura, papeles, maderas...).

La mayoría de los sólidos que se encuentran en suspensión serán orgánicos en las aguas residuales. Existirán en el agua también los sólidos inorgánicos, aunque serán encontrados en menores cantidades. El hecho de que la mayoría sean orgánicos, influye directamente en la turbidez del agua, puesto que contribuirá en el aumento de esta característica.

Los sólidos en suspensión podrán ser eliminados de manera mecánica o mediante métodos físicos. De esta manera, podremos dejar reposar las aguas y que los sólidos se depositen (método físico) o podremos filtrarla de manera que los sólidos se queden en dicho filtro (método mecánico).

Los sólidos en suspensión se podrán dividir a su vez en sedimentables y no sedimentables.

- **SÓLIDOS FILTRABLES:**

El otro gran grupo de sólidos son los sólidos filtrables. El conjunto de los sólidos filtrables es el formado por los sólidos disueltos y los sólidos coloidales.

*Los sólidos disueltos serán moléculas orgánicas e inorgánicas con iones en disolución en el agua. Un ejemplo válido sería el de añadir sal en agua caliente. La sal quedará disuelta en el agua, formando parte de este grupo de sólidos disueltos.



*Los sólidos coloidales en cambio serán partículas que no se sedimentarán por motivos convencionales. Estas partículas son extremadamente pequeñas.

Para poder separarlas, tienen que ser previamente agrupadas en partículas mayores por medio de un fenómeno de coagulación.

Todas estas categorías de sólidos clasificadas, pueden ser agrupadas a su vez en función de su volatilidad a 550 ± 50 °C. Será a esta temperatura a la que conseguiremos que la parte orgánica se oxide y desaparezca en forma de gas, quedando la parte inorgánica como cenizas.

Así, emplearemos los términos “Sólidos volátiles” y “sólidos fijos” para referirnos a los componentes orgánicos e inorgánicos (o minerales) de los sólidos en suspensión.

El análisis de sólidos volátiles se emplea habitualmente para conocer la estabilidad biológica de los fangos en las aguas residuales.

Proporcionamos una tabla que permite hacernos a la idea aproximada de los contenidos en sólidos de un agua residual de concentración media cualquiera:

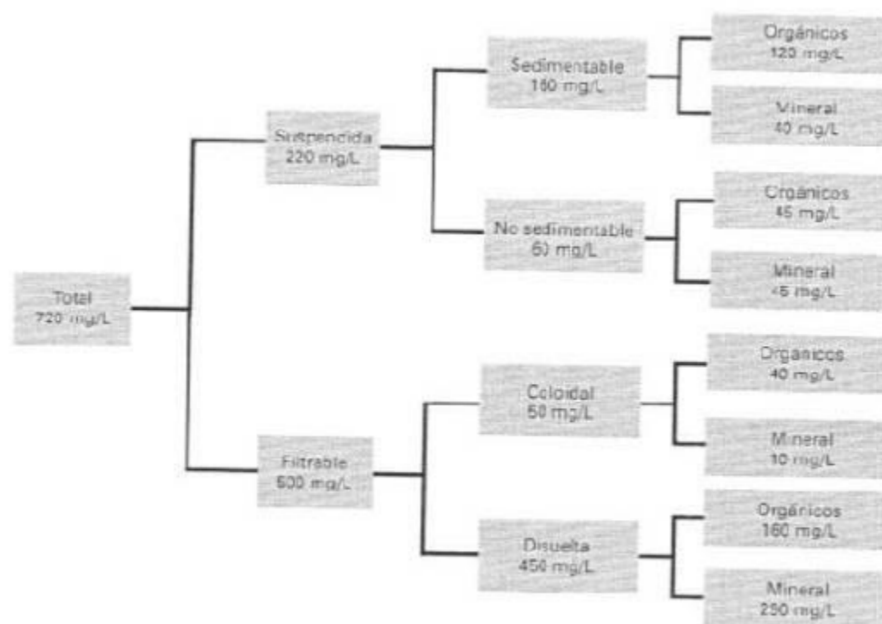


Figura 5: Esquema de sólidos de un agua residual de concentración media



Nos tomamos la libertad de adjuntar los resultados correspondientes a ensayos realizados en una muestra de agua residual. Estos ensayos se realizaron en las instalaciones de una planta de tratamiento de aguas residuales tomando muestras de 50 ml.

Las muestras se sometieron a procesos de evaporación, secado o combustión hasta peso constante.

Con estos resultados, así como con las fórmulas que nos muestran, podremos ser capaces de hacer un cálculo de la cantidad de sólidos de cada tipo de nuestro agua.

MUESTRAS DE LOS ANÁLISIS:

Tara del plato de evaporación = 53,5433 g

Masa del plato de evaporación + residuo tras evaporación a 105 °C = 53,5793 g

Masa del plato de evaporación + residuo tras combustión a 550 °C = 53,5772 g

Tara del filtro Whatman (FV/C) = 1,5433 g

Residuo en el filtro Whatman (FV/C) tras secado a 105 °C = 1,5553 g

Residuo en el filtro Whatman (FV/C) tras combustión a 550 °C = 1,5531 g

Solución:

1. Determinación de los sólidos totales:

$$ST = \frac{(\text{Masa del plato de evaporación} - \text{residuo. g} - \text{Masa del plato de evaporación}) \times 1.000 \text{ g}}{\text{Volumen de la muestra. l}}$$

$$ST = \frac{(53,5793 - 53,5433) \times 1.000 \text{ mg/g}}{0,050 \text{ l}} = 720 \text{ mg/l}$$

2. Determinación de los sólidos volátiles:

$$SV = \frac{(53,5793 - 53,5772) \times 1.000 \text{ mg/g}}{0,050 \text{ l}}$$

3. Determinación de los sólidos en suspensión:

$$SS = \frac{(1,5553 - 1,5433) \times 1.000 \text{ mg/g}}{0,050 \text{ l}} = 240 \text{ mg/l}$$

4. Determinación de los sólidos suspendidos volátiles:

$$SSV = \frac{(1,5553 - 1,5531) \times 1.000 \text{ mg/g}}{0,050 \text{ l}} = 44 \text{ mg/l}$$



****Los filtros de papel Whatman son estándares de referencia mundial por su calidad y fiabilidad para la filtración en laboratorio**

A efectos prácticos, no lo llevaremos a cabo, puesto que nos interesa más el resultado de la depuración que el estudio exhaustivo del agua con la que trabajamos. Si bien no cabe duda de que será importante conocer la cantidad de sólidos que conlleva el agua, pero esto lo obtendremos más adelante con una simple analítica de laboratorio.

2.2.1.1.2) OLORES

Los olores de las aguas residuales suelen estar debidos a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. Siempre será menos desagradable el olor del agua residual reciente que el olor del agua residual séptica.

El agua residual séptica es agua residual en proceso de descomposición anaeróbica. Un digester de desechos orgánicos que llamaremos reactor, dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzcan gases y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.

El olor más característico del agua residual séptica, se deberá a la producción de sulfuro de hidrógeno, a partir de la reducción de los sulfatos a sulfitos por acción de microorganismos anaerobios.

Las aguas residuales industriales, puede contener compuestos con tendencia a producir olores durante el tratamiento. También pueden llevar compuestos olorosos en sí mismos.



A pesar de ser algo aparentemente superfluo, los olores corresponden una de las principales características de las aguas residuales. De cara a la aceptación de plantas residuales, y no provocar el rechazo de sus instalaciones, deberemos ser capaces de contener dichos olores.

A la vista de esta importancia, resulta conveniente estudiar los efectos que producen, como caracterizarlos y medirlos, así como sus métodos de detección.

- **EFFECTOS DE LOS OLORES:**

A bajas concentraciones, los olores no producen por si mismos daños en el organismo humano. Su importancia viene relacionada con la tensión psicológica que puede generar en la vida humana.

Podemos ejemplificar esto con algunos de los síntomas que pueden llegar a producirnos: desequilibrios respiratorios, reducción de apetito, náuseas, vómitos...

- **DETECCIÓN DE OLORES:**

Todos los compuestos malolientes responsables de estos trastornos en el ser humano, los detectaremos a través del sentido del olfato, aunque no existe ninguna relación hasta ahora que indique el porqué de estas reacciones ante dichos olores. Tampoco tenemos la posibilidad de explicar la razón por la cual compuestos de estructuras muy distantes, nos generan un olor parecido, y otros compuestos con estructuras muy similares nos generan un olor tan dispar. Actualmente, parece tener amplia aceptación la premisa de que el olor de una molécula está relacionada con su estructura global.

Adjuntamos dos tablas en las cuales se indican algunos de los olores molestos que percibimos, y los compuestos que los generan. Por otro lado, en



la otra tabla nos muestran los umbrales de detección y el reconocimiento de algunos compuestos malolientes que se encuentran en las aguas residuales.

Compuesto oloroso	Fórmula química	Umbral de olor, ppmV	
		Detección	Identificación
Amoníaco	NH_3	17	37
Cloro	Cl_2	0,080	0,314
Sulfuro de dimetilo	$(\text{CH}_3)_2\text{S}$	0,001	0,001
Sulfuro de difenilo	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{S}$	0,0001	0,0021
Mercaptano de etilo	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SH}$	0,0003	0,001
Sulfuro de hidrógeno	H_2S	<0,00021	0,00047
Indola	$\text{C}_8\text{H}_7\text{N}$	0,0001	—
Metil amina	CH_3NH_2	4,7	—
Mercaptano de metilo	CH_3SH	0,0005	0,001
Eskatol	$\text{C}_9\text{H}_9\text{N}$	0,001	0,019

Tabla 5: Umbrales de olor del agua residual

Compuestos olorosos	Fórmula química	Calidad del olor
Aminas	$\text{CH}_3\text{NH}_2, (\text{CH}_3)_3\text{N}$	A pescado
Amoníaco	NH_3	Amoniaco
Diaminas	$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2, \text{NH}_2(\text{CH}_2)_5\text{NH}_2$	Carne descompuesta
Sulfuro de hidrógeno	H_2S	Huevos podridos
Mercaptanos (p.e. metilo y etilo)	$\text{CH}_3\text{SH}, \text{CH}_3(\text{CH}_2)\text{SH}$	Coles descompuestas
Mercaptanos (p.e. butilo y crotilo)	$(\text{CH}_3)_3\text{CSH}, \text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{SH}$	Mofeta
Sulfuros orgánicos	$(\text{CH}_3)_2\text{S}, (\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{S}$	Coles podridas
Eskatol	$\text{C}_9\text{H}_9\text{N}$	Materia fecal

Tabla 6: Calidad/olor de cada compuesto



▪ **CARACTERIZACIÓN Y MEDIDA DE OLORES:**

Para una caracterización de olor, conviene estudiarlo en torno a cuatro factores principales: la intensidad, el carácter, la sensación de desagrado y la detectabilidad.

- **Intensidad:** Es la fuerza con la que percibimos el olor. Se suele medir con un olfatómetro de butanol, o también podremos calcularlo según el número de diluciones hasta que alcancemos el umbral de detección (en este caso será necesario conocer su relación).
- **Carácter:** Nos referimos a la capacidad del ser humano de percibir el olor y asociarlo mentalmente a algo conocido. La determinación del carácter puede ser muy objetiva, y puede variar según el sujeto que realice la prueba.
- **Sensación de desagrado:** Se refiere al agrado o desagrado relativo al olor que se forma en el sujeto.
- **Detectabilidad:** Cantidad de diluciones que requerirá para reducir el olor a su concentración de olor umbral mínimo detectable (CUOMD).

Los olores se pueden medir sensorialmente, no así como la concentración de estos, que se determinará a través de métodos instrumentales. Destacamos que la medida sensorial de los olores, empleando el olfato humano, puede proporcionar resultados fiables y significativos. Es por esto, que a menudo se empleará el método sensorial para la medición de olores provenientes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales.



Gracias a aparatos de medición de sulfuro de hidrógeno, se ha hecho grandes avances en las detecciones de olores, ya que nos permiten detectar concentraciones de hasta 1 ppb.

Mediante el método sensorial, se expone a un conjunto de personas a olores diluidos en aire libre, anotando el número de diluciones necesarias para reducir un olor a su concentración umbral mínima (CUOMD). Así, si deben añadirse por ejemplo 4 volúmenes de aire diluido a un volumen de la muestra de aire para reducir su olor al CUOMD, la concentración vendrá dada como 4 diluciones hasta CUOMD.

Otra unidad para expresar la concentración de un olor es la ED_{50} . Su valor viene dado por el número de veces que habrá que diluir una muestra de aire para que una persona media (percentil 50) pueda detectar mínimamente la presencia del olor en la muestra diluida.

La determinación sensorial del umbral mínimo de concentración detectable está sujeta a una serie de errores:

➤ Adaptación y adaptación cruzada:

Se produce cuando se expone continuamente a una concentración de base de un olor. Cuando se le expone después a bajas concentraciones, el sujeto es incapaz de detectar la presencia del mismo.

Cuando se aísla al individuo de la concentración de base del olor, el olfato se recupera rápidamente. Es importante destacar la imposibilidad de detectar un olor al cual un sujeto se haya adaptado.



➤ **Modificación de la muestra:**

Los recipientes de una toma de muestras y los dispositivos de detección de olores pueden modificar tanto la composición como la concentración de gases y vapores pestilentes.

Para minimizar los problemas a la modificación de las muestras, debe minimizarse o suprimirse el tiempo de almacenamiento del olor, reduciendo al mínimo su contacto con cualquier superficie reactiva.

➤ **Subjetividad:**

Se producen errores en la medida sensorial siempre que el sujeto tenga conocimiento de la presencia de un olor. A menudo, el conocimiento del olor puede verse afectado por otras señales sensoriales como el sonido, el tacto o la vista.

➤ **Sinergismo:**

Al existir más de un olor en la muestra, el sujeto puede ver aumentada la sensibilidad a uno de los olores debido a la presencia del otro.

Definimos como “TON” (Número umbral de olor) a la mayor dilución de muestras a la que puede percibirse el olor de la misma. Es recomendable para determinar su valor, usar muestras de 200ml. De esta manera:

$$TON = \frac{A + B}{A}$$

Siendo A la cantidad en mililitros (ml.) de la muestra y B la cantidad en mililitros de agua inodora para la dilución.



En lo que respecta a la medición instrumental de los olores, los instrumentos que se usan principalmente son: el olfatómetro triangular dinámico, el disco de butanol y el medidor de aromas.

2.2.1.1.3) TEMPERATURA

Suele ser normal que la temperatura del agua residual se encuentre por encima de la del agua de suministro. Esto se debe principalmente a la incorporación de agua caliente de usos industriales y hogares.

En función de la zona a la que pertenezca geográficamente hablando, la temperatura media del agua residual varía entre 10 y 21 °C, pudiéndose tomar un valor en torno a 15.6 °C como dato representativo.

Como ya hemos dicho, también dependiendo de la situación, y de la época del año, las temperaturas del efluente se pueden situar por encima o por debajo de las del afluente.

En la siguiente figura podemos ver las diferentes variaciones a las que nos referimos:

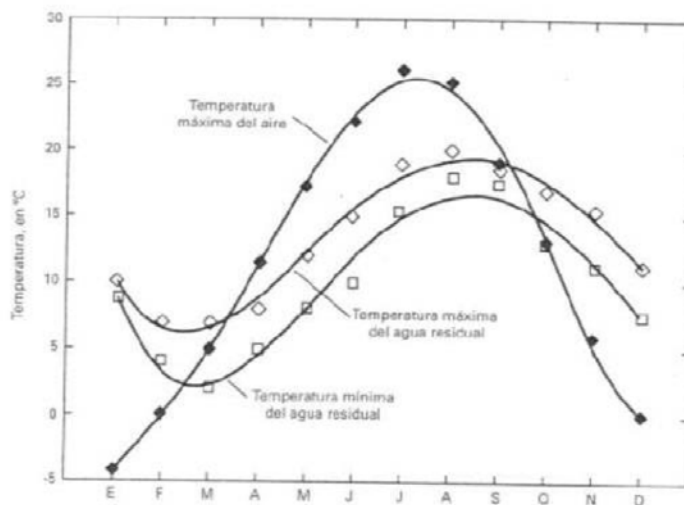


Figura 6: Gráfico que muestra variaciones de temperatura en agua residual



La temperatura del agua será un dato de gran influencia, y por consiguiente de suma importancia en lo que respecta al agua residual y su tratamiento.

Dependiendo de la temperatura, influye directamente sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como sobre la capacidad del agua para sus diferentes usos. Además, el oxígeno es más soluble en agua fría que en agua caliente.

El aumento de la rapidez en las reacciones químicas que produce el aumento de temperatura, junto con la disminución del oxígeno presente en las aguas superficiales, es una de las causas del frecuente agotamiento de oxígeno disuelto durante los meses de verano. Estos efectos, se ven agravados cuando se vierten altas cantidades de agua caliente a las aguas receptoras.

Una consecuencia añadida del aumento de la temperatura en el agua, es el de la proliferación de plantas acuáticas y hongos, hecho totalmente indeseado.

La temperatura ideal para desarrollar una actividad bacteriana en una estación depuradora de aguas residuales se encuentra entre 25 y 35 °C.

A esta temperatura, la digestión anaerobia y nitrificación trabajan óptimamente. Cuando alcanzamos los 50 °C estas se detienen. En el otro extremo, a temperaturas alrededor de los 15 °C, las bacterias productoras de metano cesan su actividad, mientras que las bacterias nitrificantes autótrofas cesan su actividad a una temperatura sobre 5 °C.

Concluimos por lo tanto ensalzando la importancia de la temperatura en las aguas residuales y su tratamiento.



2.2.1.1.4) DENSIDAD

Primeramente definimos la densidad como masa por unidad de volumen, y sus unidades vendrán dadas en Kg/m³.

$$\rho = \frac{m}{V} ; \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$$

Es una característica de notable importancia en el agua residual, ya que depende de ella la potencial formación de corrientes de densidad en fangos de sedimentación y otras instalaciones de tratamiento.

Son los residuos industriales los que elevan la densidad del agua residual en mayor medida, ya que un agua residual doméstica tiene prácticamente la misma densidad que un agua natural a su misma temperatura.

Es poco habitual, pero en ocasiones se emplea el uso de la medida de peso específico frente a la densidad del agua residual. El peso específico se mide como el cociente entre la densidad del agua residual y la densidad del agua.

$$\text{peso específico} = \frac{\rho (\text{agua residual})}{\rho (\text{agua})}$$

Ambos parámetros dependerán tanto de la temperatura como de la concentración de sólidos en el agua residual.

2.2.1.1.5) COLOR

El color, además de proporcionarnos la cualidad de clasificar el agua según su “estado” temporal, nos sirve junto con el olor para determinar cualitativamente la edad del agua residual.



El agua residual reciente, suele ser caracterizada por un color grisáceo, oscureciéndose a medida que transcurre a través de las redes de alcantarillado y al ir desarrollando cualidades más próximas a las anaerobias. Finalmente, el agua termina por tomar un color negro. En este punto podemos referirnos a el agua residual como agua residual séptica.

En la mayor parte de los casos, estos colores grisáceos y/o negros, son debidos a la formación de sulfuros metálicos por reacción del sulfuro liberado en condiciones anaerobias con los metales presentes en el agua residual.

2.2.1.1.6) TURBIEDAD

La turbiedad se emplea como parámetro indicador de la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia residual suspendida.

Se mide teniendo en cuenta la intensidad de la luz dispersada en la muestra. La materia en suspensión, absorberá la luz, impidiendo su transmisión, haciendo el agua más turbia.

A pesar de que no es posible afirmar una relación directa entre la turbiedad y la concentración de sólidos en suspensión de un agua no tratada, si que podemos entender que se encuentran razonablemente ligados en el caso de aguas que hayan sufrido un proceso de decantación secundaria.

2.2.1.2) CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Podremos agrupar las diferentes características químicas del agua en 3 grupos fundamentales:



1. Materia orgánica
2. Materia inorgánica
3. Gases presentes en el agua residual

*Podría incluirse aquí un 4º grupo en el que determinaríamos la medición de contenido en materia orgánica (vendría justificado por la importancia en la gestión de la calidad del agua y en el diseño de las instalaciones de tratamiento de aguas), pero preferimos crear un apartado para hablar de ello más detenidamente.

2.2.1.2.1) Materia orgánica

Nos referimos a materia orgánica como los sólidos que provienen de animales y vegetales, así como de las actividades humanas, relacionadas todas ellas con la síntesis de compuestos orgánicos.

Normalmente, un compuesto orgánica tendrá una composición a base de una combinación de carbono, hidrógeno y oxígeno, con la presencia de nitrógeno en algunos casos. Podremos encontrar también en otros casos elementos como hierro, fósforo o azufre.

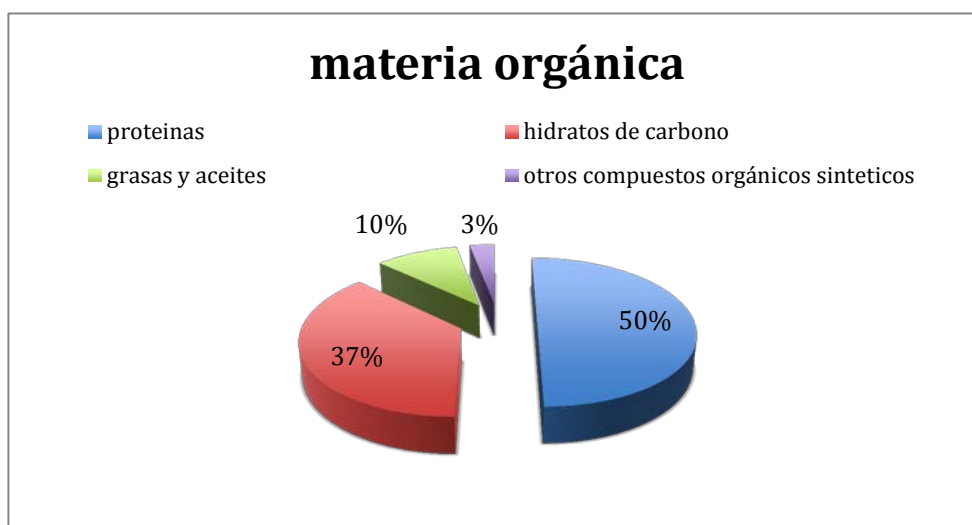


Figura 7: Gráfico de desglose de la materia orgánica que contiene el agua residual



○ **PROTEINAS:**

Poco comunes en el organismo vegetal, no así en el caso animal. Las proteínas son el componente principal de este. Los contenidos más altos de las proteínas los encontramos en alimentos animales como carnes magras, aunque también los encontraremos en menor cantidad en las grasas y frutas con alto contenido en agua por ejemplo.

Tienen una composición química compleja e inestable, lo que deriva en numerosos procesos de descomposición diferentes. Las proteínas, además de tener un peso molecular muy grande (de 20 a 20.000 millones), se caracterizan por contener una elevada cantidad de nitrógeno. Esta cantidad de nitrógeno se encuentra en torno al 16%.

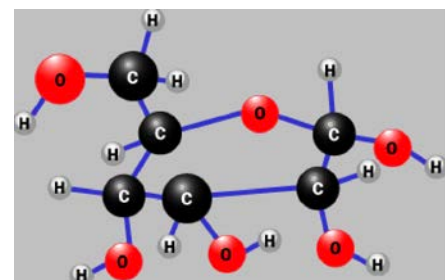
Algunas proteínas serán solubles en agua, pero también encontraremos otras que no. Un agua residual que contenga grandes cantidades de proteína tiene a desprender olores desagradables debido a los procesos de descomposición de estas.

○ **HIDRATOS DE CARBONO:**

Entre los hidratos de carbono se incluyen azúcares, celulosa, almidones y fibras de madera. Todos estos compuestos, en mayor o menor medida los encontramos en las aguas residuales.

Los hidratos de carbono se caracterizan por contener carbono, oxígeno e hidrógeno. Algunos son solubles en agua y otros por el contrario no lo son. Habitualmente, en su composición encontraremos moléculas distribuidas de la siguiente forma:

6x átomos de carbono
6x átomos de oxígeno
6x átomos de hidrógeno





Desde un punto de volumen y resistencia a la descomposición, daremos mayor importancia a los hidratos de carbono en forma de celulosa. Así, podemos decir que la celulosa es el hidrato de carbono con mayor importancia en las aguas residuales.

Los azúcares por su parte tienden a descomponerse (aunque existen bacterias que producen fermentación), y los almidones a su vez son más estables, pero terminan por convertirse en azúcares por la actividad bacteriana.

○ **GRASAS Y ACEITES:**

En el grupo de grasas y aceites, podemos incluir grasas animales, aceites, ceras y otros componentes que tenemos en las aguas residuales.

El contenido de grasa en aguas residuales se obtiene mediante muestras con triclorotrifluoretano, al ser la grasa soluble en este compuesto.

También obtendremos compuestos procedentes del agua como kerosenos, aceites lubricantes y aceites de materiales bituminosos, procedentes de las construcciones de firmes de carreteras, además de industrias en el caso de los aceites lubricantes.

Hablaremos de las grasas animales y los aceites, como compuestos de alcohol o glicerol y ácidos grasos. Los que se presentan en estado líquido a temperaturas normales se denominan aceites, mientras que aquellos que se presentan en estado sólido reciben el nombre de grasas.

Químicamente, son similares, puesto que ambos están compuestos por carbono, oxígeno e hidrógeno en diferentes proporciones.



Las grasas animales y aceites son uno de los compuestos orgánicos de mayor estabilidad, y por lo tanto será muy complicada su descomposición mediante acción bacteriana.

Para su descomposición, sabiendo que son reactivas al ataque de ácidos minerales, obtenemos glicerina y ácidos grasos. Esta glicerina, en presencia de sustancias alcalinas, da paso a la formación de sales alcalinas y ácidos grasos.

Las sales alcalinas producidas, que se conocen como jabones, son al igual que las grasas muy estables. Son solubles en agua, pero con la presencia de constituyentes de dureza, se transforman en sales clásicas y magnésicas de ácidos grasos, compuestos que ya no serán solubles en agua y por tanto podrán ser precipitados.

Por otro lado encontraremos el keroseno, los aceites lubricantes y los procedentes de materiales bituminosos. Todos estos, derivados del petróleo y del alquitrán, tienen como principales componentes al carbono y al hidrógeno.

Pueden alcanzar la red de alcantarillado en grandes cantidades, desde tiendas, garajes, talleres y calles. La mayor parte de estos flotan sobre el agua residual. Tienden a recubrir las superficies en mayor medida que las grasas, siendo además un problema en el mantenimiento de la actividad en las plantas de depuración. Si no se elimina el contenido antes del vertido del agua residual, puede interferir de una manera directa en la vida biológica en las aguas superficiales, creando películas y acumulación de materias flotantes.



○ **OTROS COMPUESTOS ORGÁNICOS SINTÉTICOS:**

Entre estos compuestos encontramos principalmente:

❖ *DETERGENTES*

Lo forman compuestos tensoactivos sintéticos, provenientes de vertidos urbanos e industriales y están formados por moléculas de gran tamaño.

Son ligeramente solubles en agua, y los apreciamos puesto que son los que producen espumas en las plantas de tratamiento y en la superficie de los vertidos de agua residual.

La mayoría de sus agentes son poco biodegradables. Con el uso de detergentes biodegradables con composiciones del 80% en biodegradables, han hecho que los detergentes sean menos tóxicos.

Cabe citar que los detergentes, siempre que se encuentren en concentraciones inferiores a 3 mg/l, no son tóxicos para bacterias, algas, peces y otros organismos.

Los daños que provocan los agentes tensoactivos son los siguientes:

- Formación de espumas que paralizan procesos de depuración, concentrando las impurezas. Pueden diseminar las bacterias y los virus.
- Disminución de la absorción de oxígeno de la atmósfera y de su disolución, por la formación en la superficie de una película aislante. Esto se produce aunque no llegue a haber espuma.
- Sabor a jabón del agua. El umbral de este sabor se detecta a niveles de formación de espuma.
- Aumento del contenido de fosfatos. Favorecen la eutrofización de los lagos y del desarrollo del plancton en los ríos.



- Aumento progresivo del contenido de boro procedente del perborato sódico.

❖ *FENOLES*

Nos proporcionan un baremo de la contaminación industrial. Es importante saber que los derivados fenólicos son biodegradable en diferentes grados, dependiendo de sus composiciones.

El principal problema que provoca, es el sabor del clorofenol que aparece cuando se añade cloro al agua. Se tiene que reducir por debajo de 0,1 – 0,01 µg/l.

❖ *PESTICIDAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS AGRÍCOLAS*

Los compuestos orgánicos tales como pesticidas, herbicidas y otros productos químicos de uso agrícola, son tóxicos para la mayor parte de formas de vida, y por lo tanto, pueden llegar a ser peligrosos contaminantes en las aguas. Estos productos no suelen formar parte del agua naturalmente, pero son añadidos como consecuencias de las fumigaciones en diferentes tierras.

Los pesticidas no solo comprenden estos compuestos, sino también los formados por derivados de origen industrial como los bifenilpoliclorados.

Factores que intervienen directamente en la cantidad con la que nos los encontramos en las aguas a tratar son entre otros: su solubilidad, la resistencia a la degradación física o bioquímica, así como la naturaleza del suelo o el volumen de lluvias.

Pueden causar además de malos olores y sabores, reducción del contenido de oxígeno, modificaciones en el ph del agua, y



proporcionar un contenido de gas carbónico.

En el hombre no provocan intoxicaciones agudas, pero si tienen un efecto acumulativo que puede acabar en un problema crónico.

❖ *COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLATILES*

Se consideran los compuestos que incluye este grupo a aquellos que tienen su punto de ebullición por debajo de los 100°C o una presión mayor que 1mmHg (a una T^a de 25°C).

Son de gran importancia por diferentes razones:

- Una vez que se encuentran en estado gaseoso, su movilidad es mucho mayor y aumenta la posibilidad de liberación al medio ambiente.
- Pueden conllevar riesgo de salud pública si su presencia en la atmósfera es notoria.
- Favorecen el aumento de hidrocarburos reactivos en la atmósfera, que a su vez puede conducir a la formación de oxidantes fotoquímicos.

Su vertido a la red de alcantarillado y a las plantas de tratamiento, tienen especial importancia por cuanto puede afectar directamente a la salud de los trabajadores.

2.2.1.2.2) *Materia inorgánicas*

Entre las características inorgánicas del agua, estudiamos principalmente el pH, la alcalinidad, el nitrógeno, el fósforo, azufre, concentración de cloruros, compuestos tóxicos y metales pesados. Esto nos dará una idea de la naturaleza del agua que vamos a tratar.



○ **PH**

Un parámetro importante para estudiar la calidad del agua (tanto natural como residual) es la concentración ión hidrógeno que esta contiene.

Si encontramos una concentración ión hidrógeno adversa, el tratamiento biológico nos será complicado y si además la concentración no se altera antes de la evacuación, podemos incidir en la alteración de dicha concentración en las aguas naturales.

Podemos obtener el pH del agua mediante un peachímetro. Así, se usan distintas soluciones indicadoras que cambian de color a determinados valores de pH. Comparando el color de la solución obtenida con una serie de muestras normalizadas, obtenemos según se encuentre en un tono o en otro un pH diferente

○ **ALCALINIDAD**

Se debe a la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos como el calcio, magnesio, sodio, potasio o amoniaco.

La alcalinidad la determinamos por titulación de un ácido normalizado. Los resultados vendrán dados en carbonato cálcico.

La alcalinidad ayuda a regular los cambios del pH producidos por la adición de ácidos. Normalmente, el agua residual es alcalina, propiedad que adquiere de las aguas de tratamiento, el agua subterránea, y los materiales añadidos en los usos domésticos.

○ **NITRÓGENO**

Hablamos de nitrógeno como de un nutriente para el crecimiento de protistas y plantas.

Para el tratamiento del agua residual, necesitamos que los niveles de nitrógeno se mantengan en una concentración alta. Si los niveles bajaran, será necesario la adición del mismo.

Se descompone después en amoníaco gracias a la acción de las bacterias. El amoníaco a su vez, podrá ser transformado en nitritos o nitratos y utilizados para las algas y animales. Es en este punto cuando su descomposición vuelve a formar amoníaco creando un ciclo.

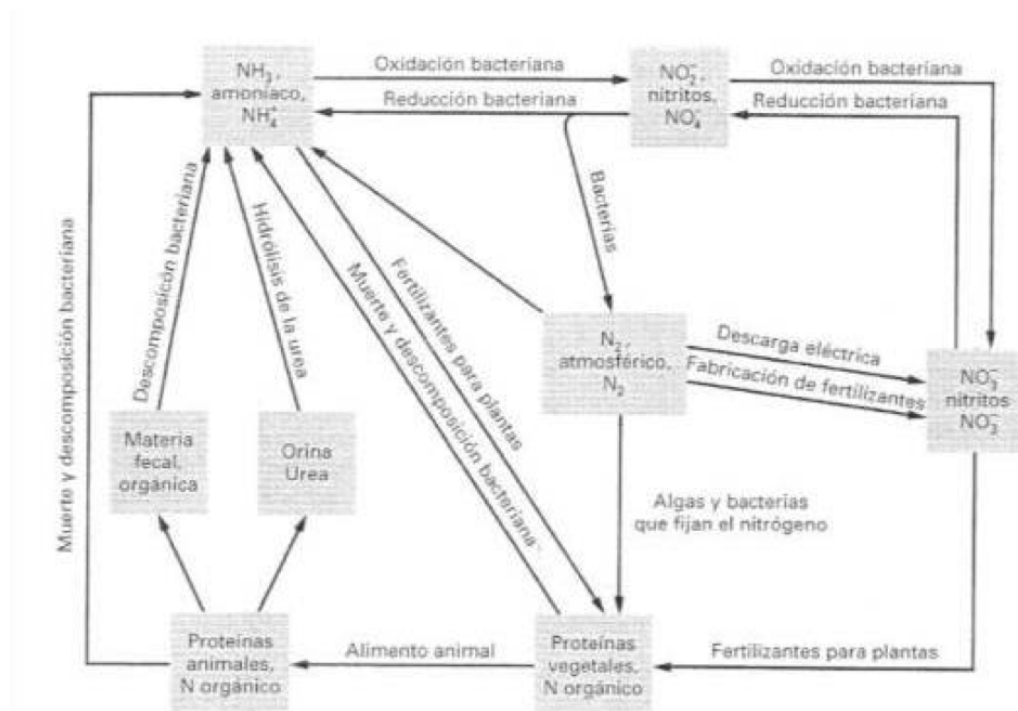


Figura 8: Esquema de materia inorgánica

○ FÓSFORO

Elemento esencial para el crecimiento de algas y organismos biológicos. Existe un alto interés en controlar la cantidad de compuestos de fósforo que entran en las aguas superficiales a través de vertidos de aguas residuales industriales y domésticas. Esto se debe a los crecimientos explosivos nocivos que tienen lugar en las aguas superficiales.



Podemos citar el caso de las aguas residuales municipales, cuyo contenido en fósforo como P puede variar entre 4 y 15 mg/l.

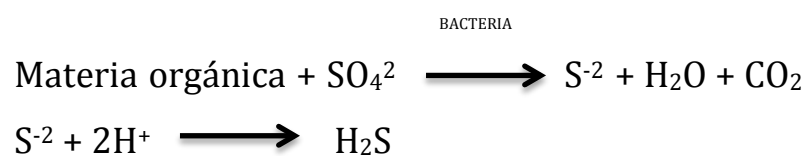
Las formas más frecuentes en las que se presenta el fósforo en soluciones acuosas incluyen el orto-fosfato, el poli-fosfato y los fosfatos orgánicos. Los Orto-fosfatos como el PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- y H_3PO_4 , por ejemplo, se hallan disponibles para el metabolismo biológico sin que sea precisa una ruptura posterior. Los orto-fosfatos incluyen las moléculas con dos o más átomos de fósforo, átomos de oxígeno y, en determinados casos, átomos de hidrógeno combinados en moléculas complejas.

○ **AZUFRE**

El azufre contenido en las aguas residuales normalmente se ve oxidado por la acción de las bacterias.

Este puede formar ácido sulfúrico, siendo este elemento muy corrosivo para las tuberías.

A continuación se explicitan las reacciones generales típicas que rigen estos procesos:



Los sulfatos se reducen a sulfuros en los digestores de fangos, y pueden alterar el normal desarrollo de los procesos de tratamiento biológicos si la concentración de sulfuro excede los 200 mg/l. Afortunadamente, estas concentraciones raramente se alcanzan.



○ **COMPUESTOS TÓXICOS INORGÁNICOS**

Por su toxicidad, existen muchos iones con importancia en el tratamiento y vertido de aguas residuales.

Entre ellos iones de cobre, plomo, plata, cromo y boro, son tóxicos en diferentes grados.

Algunos aniones tóxicos, entre los que se incluyen los cianuros y los cromatos, están asimismo presentes en vertidos industriales. Se encuentran principalmente en los efluentes de fábricas de recubrimientos metálicos, y deben ser eliminados en la propia fábrica mediante pre-tratamientos adecuados antes de verter a las aguas residuales municipales.

El ion fluoruro, también tóxico, aparece frecuentemente en las aguas residuales de fábricas de componentes electrónicos.

También son tóxicos ciertos compuestos orgánicos presentes en algunos vertidos industriales.

Esta toxicidad, como se puede entender, afecta a microorganismos del tratamiento biológico y les puede causar la muerte.

○ **METALES PESADOS**

Constituyen una parte importante de muchas aguas. Entre los metales que encontramos en mayor cantidad destacan: Níquel, manganeso, plomo, cromo, cinc, cobre, hierro, mercurio y cadmio.

Siendo algunos de ellos contaminantes prioritarios, otros son imprescindibles en el desarrollo de la vida biológica. A pesar de ello y debido a su potencial toxicidad, nos indican evitar cantidades excesivas, necesitando controlar y medir las cantidades en las que los encontramos.



Para la medición de la concentración de estos metales, podremos recurrir a diferentes métodos, pero la polarografía y la espectroscopia de absorción atómica son alguno de los métodos instrumentales que usaremos.

○ **CLORUROS**

Estos provienen del uso doméstico, agrícola e industrial.

Las aguas naturales tienen contenidos muy variables en cloruros dependiendo de las características de los terrenos que atraviesen pero, en cualquier caso, esta cantidad siempre es menor que las que se encuentran en las aguas residuales, ya que el "ClNa" es común en la dieta y pasa inalterado a través del aparato digestivo.

Los contenidos en cloruros de las aguas naturales no suelen sobrepasar los 50-60 mg/l. El contenido en cloruros no suele plantear problemas de potabilidad a las aguas de consumo. Un contenido elevado de cloruros puede dañar las conducciones y estructuras metálicas y perjudicar el crecimiento vegetal.

La reglamentación técnico-sanitaria española establece como valor orientador de calidad 250 mg/l de Cl y, como límite máximo tolerable, 350 mg/l de Cl, ya que no representan en un agua de consumo humano más inconvenientes que el gusto desagradable del agua.

La determinación de cloruros puede hacerse mediante tres métodos.:

+ El método argento-métrico o volumétrico es recomendable para agua con concentraciones entre 1,5 y 100 mg/l de cloruros.



+ Otro método para determinar los cloruros es el método del nitrato de mercurio. Éste tiene la ventaja que el punto final de la reacción es fácilmente apreciable.

+ El Método potencio-métrico se aplica mediante un potenciómetro y un electrodo de cloruros. Este métodos es recomendable para aguas con elevado color y turbidez.

2.2.1.2.3) Gases presentes en las aguas residuales

En las aguas residuales nos encontramos diferentes gases, entre los que encontramos:

Tres de común presencia en la atmósfera, y que se encuentran en todas las aguas en contacto con la misma:

- Nitrógeno N_2
- Oxígeno O_2
- Dióxido de carbono CO_2

Podemos encontrar otros tres procedentes de la descomposición de la materia orgánica presente en las aguas residuales:

- Sulfuro de hidrógeno H_2S
- Amoniac NH_3
- Metano CH_4

Encontramos otros gases que no hallamos en aguas sin tratar. Son por ejemplo el cloro Cl_2 y el ozono O_3 , además de óxidos de azufre y nitrógeno.

Hablaremos a continuación de los de mayor importancia para el agua residual:



○ **OXÍGENO DISUELTO:**

Forma una parte importante, para la vida de microorganismos aerobios y otras formas de vida, puesto que es necesario para la respiración de estos.

La cantidad de oxígeno soluble en el agua es limitada. Por esto, la cantidad real de oxígeno y otros gases que puede estar presente en la solución, viene condicionada por una serie de aspectos como son: la presión parcial del gas en la atmósfera, la pureza del agua, la temperatura o la solubilidad del gas.

Los niveles de oxígeno, estarán por lo tanto en una menor cantidad en periodos calurosos puesto que la temperatura aumenta la velocidad de las reacciones que consumen oxígeno. Además, en estos periodos (verano principalmente) el caudal de las aguas suele ser menor, razón evidente por la que la cantidad de oxígeno total es menor.

La falta de oxígeno puede provocar en aguas residuales formación de olores con mucha mayor facilidad, por lo que es deseable tener cantidades de oxígeno disuelto suficientes.

○ **SULFURO DE HIDRÓGENO:**

Producido en el proceso de descomposición de la materia orgánica que contiene azufre, o en la reducción de sulfitos y sulfatos minerales. Esta sustancia se encuentra en estado gaseoso, siendo este incoloro, inflamable, con olor desagradable y característico.

○ **METANO:**

El metano es un hidrocarburo combustible de alto valor energético, incoloro e inodoro.

Podemos citar el gas metano como el subproducto principal en la descomposición anaerobia de la materia orgánica del agua residual.



Normalmente se encuentra en pequeñas cantidades en el agua residual, ya que los organismos responsables de su producción tienen al oxígeno como un agente tóxico. Por lo tanto, por pequeña que sea la cantidad de oxígeno en agua, esta evita la producción de metano en grandes cantidades.

En las plantas de tratamiento, el metano es producido por descomposición anaerobia por depósitos de organismos acumulados en el fondo de depósitos.

Debido a su alto riesgo de explosión, los pozos de registro y empalmes de alcantarillado o cámaras deben ser aireados. En las plantas de tratamiento, por otra parte, el metano se genera en procesos de tratamiento anaeróbicos en la estabilización de fangos. Deberán disponerse en estos casos carteles de aviso sobre el peligro de explosión existente en estos lugares.

2.2.1.3) CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Entre las características biológicas de las aguas residuales encontramos:

- *Bacterias:*

Se pueden clasificar como bacterias procariotas unicelulares. A su vez, pueden clasificarse en diferentes grupos según su forma, pudiendo citar bacterias esferoidales, bastón, bastón curvado y filamentosas.

Se conocen como **cocos** a las bacterias esferoidales. Su diámetro se encuentra entre 1 y 3 micras.

Por otra parte, conocemos como **bacilos** a las que tienen forma de bastón, con tamaños dispares que van desde los 0,5 y 2 micras de ancho por entre 1 y 10 micras de largo. Dentro del grupo de los bacilos, encontramos una bacteria muy común en las heces humanas,



y por lo tanto en las aguas residuales de núcleos urbanos. Esta bacteria recibe el nombre de *Eseherichia coli*.

Aquellas bacterias con forma de bastón curvado constan de tamaños entre 0,6 y 1 micra por 2 a 6 micras de longitud.

Por último, las bacterias con forma de espiral, que pueden llegar a medir 50 micras, que junto con las filamentosas (pueden superar las 100 micras) forman las de mayor tamaño.

El papel que desempeñan las bacterias en los procesos de descomposición y estabilización de la materia orgánica, tanto en el marco natural como en las plantas de tratamiento, es amplio y de gran importancia. Resulta imprescindible por tanto conocer sus características, funciones, metabolismos y procesos de síntesis para su posterior tratamiento.

▪ *Hongos:*

Primeramente, los clasificaremos como un organismo protista eucariota aerobio, multicelular, no fotosintético y quimio heterótrofo.

Junto con las bacterias los hongos son los principales responsables de la descomposición del carbono en la biosfera. A pesar de su coincidencia en este apartado, a diferencia de las bacterias pueden crecer y desarrollarse en zonas de baja humedad y en ámbitos con pH bajos, lo cual es una ventaja sobre las primeras.

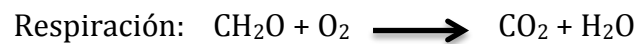
A la hora de realizar tratamientos orgánicos, sin los hongos el proceso de degradación de la materia orgánica se detendría, y la materia orgánica se acumularía.



- *Algas:*

En su clasificación, entrarían dentro de organismos protistas unicelulares o multicelulares, autótrofas y fotosintéticas.

Explicaremos de forma química el proceso de respiración y fotosíntesis, donde veremos que la reacción neta es la de producción de oxígeno:



Su color verdoso (en la mayoría de sus variantes), así como la capacidad para formar “capas”, disminuye el valor estético del agua. Si a esto le sumamos la producción de un fuerte olor, así como de un sabor desagradable, tenemos claro que no son nada deseables en el abastecimiento del agua.

Además, la existencia de algas puede incidir a su vez a la aparición y crecimiento de algunas especies de peces y otras formas de vida acuática.

Pueden reproducirse rápidamente cuando las condiciones son favorables. A esta reproducción se le denomina “crecimiento explosivo”, pudiendo conseguir que lagos o embalses sean cubiertos por grandes cantidades de algas flotantes.

Como los efluentes de las plantas de tratamiento de agua residual suelen ser ricos en nutrientes biológicos, aumenta su eutrofización, ayudando a este crecimiento de las algas.

La capacidad de las algas para producir oxígeno es vital para la ecología del medio acuoso. Para que un estanque de oxidación aerobia



o facultativa funcione eficazmente, es imprescindible que las algas proporcionen oxígeno a las bacterias aerobias y heterótrofas (reacción simbiótica). Como consecuencia que las algas utilicen anhídrido carbónico en su actividad fotosintética, puede producirse valores de pH elevados. Además, al aumentar el pH cambian los componentes de la alcalinidad y así la alcalinidad del carbonato y del hidróxido tienden a predominar. Si el agua tiene una elevada concentración de carbonato cálcico precipitará cuando las concentraciones del ion calcio y carbonato lleguen a ser suficientemente grandes para superar el producto de solubilidad. Esta eliminación del ion carbonato por precipitación hace que el pH no aumente más. Al igual que en el caso de oxígeno disuelto, existe una variación diurna del pH. Durante el día, las algas consumen anhídrido carbónico, hecho que hace aumentar el pH, mientras que por la noche lo producen, hecho que disminuye el pH.

Uno de los problemas más importantes al que se enfrenta la ingeniería sanitaria en el campo de la gestión de la calidad del agua es el de encontrar el proceso de tratamiento que hay que aplicar a las aguas residuales de diferentes orígenes de modo que los efluentes no favorezcan el crecimiento de algas y demás plantas acuáticas. Es de complicada solución, pues esta puede incurrir en la eliminación del carbono, formas de nitrógeno, fósforo y otros elementos necesarios en el agua.

- *Protozoos:*

Los definiremos como protistas microscópicos y generalmente unicelulares. La mayoría son heterótrofos aerobios, aunque algunos son anaerobios.



En general son de mayor tamaño que las bacterias, y suelen consumir algunas de ellas como fuente de energía.

Los protozoos de importancia para el ingeniero sanitario son las amebas, los flagelados y los ciliados libres y fijos.

Actúan como purificadores de los afluentes de procesos biológicos de tratamientos de aguas residuales, al consumir bacterias y partículas orgánicas. Hay cinco grupos principales: sarcodina, mastigophora, esporozoa, infusoria o ciliata y suctoria.

En el agua de suministro es importante controlar la presencia de la Giardia lamblia (responsable de la giardiasis o enfermedad de Hikers) y de Cryptosporidium, como agente causante de infecciones potencialmente mortales para pacientes con síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA).

- *Virus:*

Un virus es una pequeña estructura biológica que contiene toda la información necesaria para su propia reproducción. Son tan pequeños que sólo se pueden observar con un microscopio electrónico. Son parásitos y como tal necesitan algo para sobrevivir.

Sólo se pueden multiplicar en el interior de una célula viva. Están constituidos por la asociación de un ácido nucleico y una proteína que se ha podido separar químicamente y cristalizarse. La reunión de estos dos cuerpos genera el virus con todas sus propiedades biológicas. Cuando un virus ataca una célula viva, esta se transforma en un conjunto de nuevos virus, dispuestos a infectar a nuevas células.



Eventualmente las células huésped se rompen, liberando nuevas partículas de virus, que pueden continuar infectando otras células.

Los virus suelen clasificarse según la huésped que infectan.

Los virus excretados por los seres humanos pueden representar un importante peligro para la salud pública. Por ejemplo, a partir de datos experimentales, se ha podido comprobar que cada gramo de heces de un paciente con hepatitis contiene entre 10.000 y 100.000 dosis de virus hepático. Se sabe con certeza que algunos virus pueden sobrevivir hasta 41 días, tanto en aguas limpias como residuales a la temperatura de 20°C, y hasta 6 días en un río normal. Se ha atribuido al agua de abastecimiento ciertos brotes de hepatitis infecciosa.

Por eso, en el tratamiento de las aguas residuales domésticas nos tenemos que asegurar que estos virus están debidamente controlados mediante la cloración y la correspondiente evacuación del efluente.

■ *Plantas y animales:*

Las plantas y animales de importancia varían en tamaño desde rotíferos microscópicos y gusanos hasta crustáceos macroscópicos. El conocimiento de estos organismos es útil al valorar el estado de las corrientes y lagos, al determinar la toxicidad de las aguas residuales evacuadas al medio ambiente, y al observar la efectividad de la vida biológica en los procesos secundarios de tratamiento utilizados para destruir los residuos orgánicos.



2.2.1.4) DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)

El consumo de oxígeno realizado en una corriente de agua por los organismos aerobios se denomina Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Esta capacidad de consumir oxígeno con los microorganismos se utiliza para medir el potencial polucionante de un agua, realizando por medio del ensayo de la DBO₅. La DBO en las aguas polucionadas es la cantidad de oxígeno, en mg/l, necesaria para descomponer la materia orgánica presente por acción bioquímica aerobia.

A pesar de lo extendido del uso del ensayo de la DBO, está sujeto a ciertas limitaciones.

Los ensayos de DBO se emplean para:

- ✓ Determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se necesitará para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente.
- ✓ Dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento.
- ✓ Controlar el cumplimiento de las limitaciones a que están sujetos los vertidos

Para los ensayos, normalmente se suelen preparar diversas diluciones para cubrir todo el intervalo de posibles valores de la DBO. En la Tabla indicamos los intervalos de valores de la DBO que pueden ser medidos con varias diluciones, basadas en mezclas porcentuales y pipeteo directo.

Empleando mezclas porcentuales		Por pipeteo directo a botellas de 300 ml	
% mezcla	Intervalo de valores de la DBO	ml	Intervalo de valores de la DBO
0,01	20.000-70.000	0,02	30.000-105.000
0,02	10.000-35.000	0,05	12.000-42.000
0,05	4.000-14.000	0,10	6.000-21.000
0,1	2.000-7.000	0,20	3.000-10.500
0,2	1.000-3.500	0,50	1.200-4.200
0,5	400-1.400	1,0	600-2.100
1,0	200-700	2,0	300-1.050
2,0	100-350	5,0	120-420
5,0	40-140	10,0	60-210
10,0	20-70	20,0	30-105
20,0	10-35	50,0	12-42
50,0	4-14	100,0	6-21
100,0	0-7	300,0	0-7

Tabla 7: Demanda biológica de oxígeno

Por un lado, si la muestra contiene gran densidad de microorganismos (como el caso del agua residual no tratada) no es necesaria la inoculación de las muestras. En el caso de las muestras en las que sea necesario, podemos inocular el agua de dilución con un cultivo bacteriano previamente aclimatado. El inóculo que usamos para preparar el agua de dilución es un cultivo mixto de este, y otros compuestos presentes en el agua residual.

El periodo de incubación es, normalmente, de 5 días a 20°C, siendo muy importante asegurarse de que la temperatura se mantenga constante a lo largo de esta.

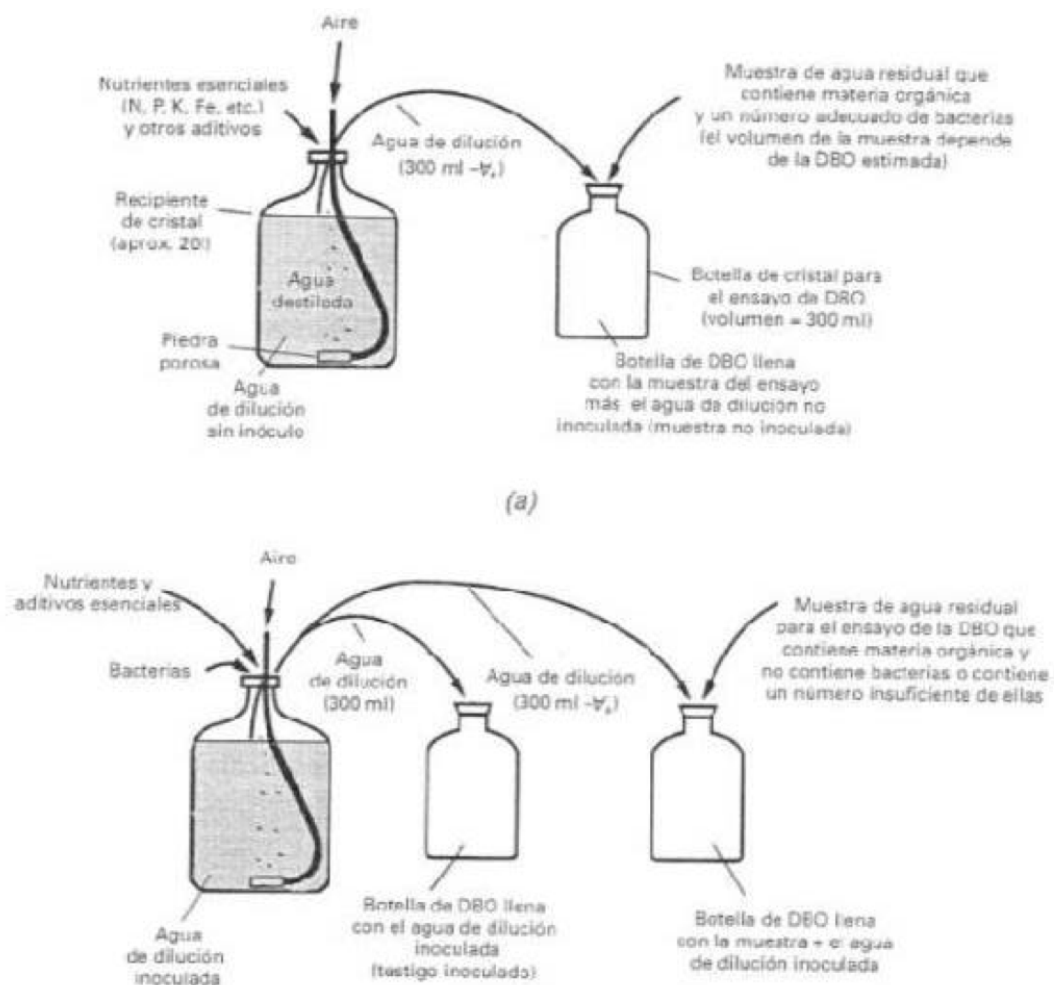


Figura 9: Ilustración de un ensayo para determinar DBO



La medición del oxígeno disuelto se hace antes y después del periodo de incubación, y la DBO se calcula empleando las Ecuaciones:

En muestras con agua de dilución no inoculada:

$$DBO = \frac{D_1 - D_2}{P} ; [\text{mg} / \text{l}]$$

En muestras con agua de dilución inoculada:

$$DBO = \frac{(D_1 - D_2) - (B_1 - B_2)f}{P} ; [\text{mg}/\text{l}]$$

En estas fórmulas que mostramos:

D₁ : Oxígeno disuelto de la muestra diluida inmediatamente después de la preparación de la misma, en mg/l.

D₂ : Oxígeno disuelto de la muestra diluida tras 5 días de la incubación a 20°C, en mg/l.

P : Fracción volumétrica de muestra empleada.

B₁ : Concentración de oxígeno disuelto en el testigo (conteniendo sólo agua de dilución), después de la incubación, en mg/l.

B₂ : Concentración de oxígeno disuelto en el testigo (conteniendo sólo agua de dilución), después de la incubación, en mg/l.

f : Relación entre inóculo en la muestra e inóculo en el testigo (por 100 inóculo en D₁) / (por 100 inóculo en B₁).

En los 5 días que dura el ensayo de la DBO se llega a oxidar entre el 60 y el 70 por 100. Se asume la temperatura de 20°C como un valor medio representativo de temperatura que se da en los cursos de agua que circulan a baja velocidad en climas suaves, y es fácilmente duplicada en un incubadora. Los resultados obtenidos a



diferentes temperaturas serán distintos, debido a que las velocidades de las reacciones bioquímicas son función de la temperatura.

Por razones de tipo práctico, la cinética de la reacción de la DBO se formula de acuerdo con una reacción de primer orden, y puede expresarse de la siguiente manera:

$$\frac{dL_t}{dt} = -kL_t \quad \left\{ \begin{array}{l} L_t: \text{cantidad de DBO de la primera fase que} \\ \text{queda en el agua en el instante } t \\ t: \text{instante de tiempo} \\ k: \text{constante de la reacción} \end{array} \right.$$

Esta ecuación puede integrarse del siguiente modo:

$$\frac{L_t}{L} = e^{-kt} = 10^{-Kt} \quad \left\{ \begin{array}{l} L \text{ o } DBO_L: \text{ DBO que queda en el instante } t = 0 \end{array} \right.$$

La relación entre k (en base e) y K (en base decimal) es:

$$K = \frac{k}{2,303}$$

La cantidad de DBO presente en el instante t es :

$$L_t = L (e^{-kt})$$

La cantidad de DBO eliminada en el instante t es:

$$y_t = L - L_t = L(1 - e^{-kt}) \quad \left\{ \begin{array}{l} y_t: \text{cantidad de DBO eliminada en } t \end{array} \right.$$

La DBO a los 5 días es por tanto:

$$y_5 = L - L_5 = L(1 - e^{-5t})$$

Vemos gráficamente, en primer lugar una representación de la curva de DBO de la primera fase, así como otra gráfica en el que se muestra el efecto de la constante k sobre una L constante:

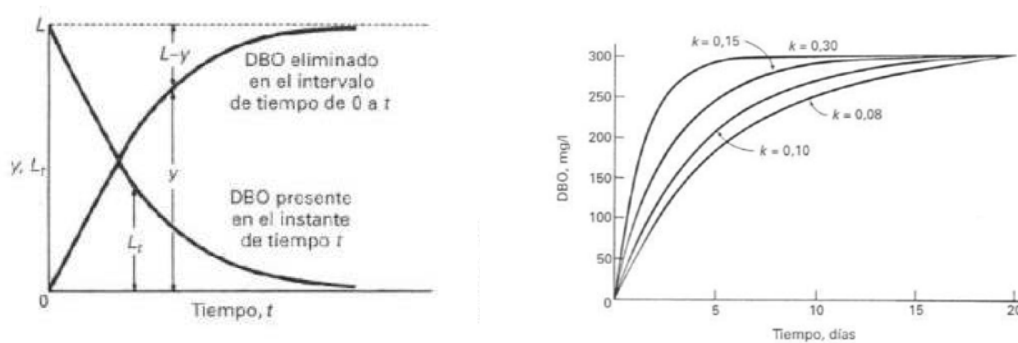


Figura 10: Gráficas de representación de la DBO

2.2.1.5) DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

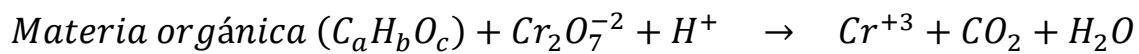
El ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse. El dicromato potásico proporciona excelentes resultados en este sentido.

El ensayo debe hacerse a elevadas temperaturas. Para facilitar la oxidación de determinados tipos de compuestos orgánicos es preciso emplear un catalizador (sulfato de plata).

Puesto que algunos compuestos orgánicos interfieren con el normal desarrollo del ensayo, deben tomarse medidas adecuadas para eliminarlos antes del ensayo. En el



caso de emplear dicromato como agente oxidante, la principal reacción química que tiene lugar puede expresarse, del siguiente modo:



El ensayo de la DQO también se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales tanto industriales como municipales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica.

La DQO de un agua residual suele ser mayor que su correspondiente DBO, siendo esto debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica. En muchos tipos de aguas residuales es posible establecer una relación entre los valores de la DBO y la DQO. Ello puede resultar de gran utilidad dado que es posible determinar la DQO en un tiempo de 3 horas, frente a los 5 días necesarios para determinar la DBO. Una vez establecida la correlación entre ambos parámetros, pueden emplearse las medidas de la DQO para el funcionamiento y control de las plantas de tratamiento.

2.2.1.6) CARBONO ORGÁNICO TOTAL (COT)

Este parámetro es utilizado como medida de grados de polución en receptores acuáticos. Su determinación en soluciones acuosas incluye los métodos de Van Slyke-Folch de la combustión húmeda del carbono y de la materia orgánica a dióxido de carbono y agua que la hacen lenta, por lo que hace referencia al método de analizar el carbono, el cual es rápido y sencillo, presentan a esta determinación del COT como una alternativa recomendable para medidas de la polución de masas hídricas. Además se puede correlacionar este valor de COT con el de DBO y DQO.



2.2.1.7) DEMANDA TOTAL DE OXÍGENO (DTO)

Este parámetro sirve para indicar de forma rápida la de demanda de oxígeno de un residuo en lugar del contenido en carbono. Su medida incluye tanto las sustancias inorgánicas como las orgánicas a reacciones de variada eficiencia, a través de reacciones químicas que aparentemente convierten el carbono en dióxido de carbono, el hidrógeno en agua, al nitrógeno en óxido nítrico y a los sulfuros en sulfitos parcialmente sulfatados.

2.2.1.8) OXÍGENO DISUELTO

El oxígeno disuelto puede indicar el grado de frescura de esta agua, como también la necesidad de prever o no facilidades para un adecuado control de los olores. Se considera, junto a los análisis de la DBO, la determinación más significativa para los líquidos residuales y para las aguas receptoras.

Entre otras cosas, indica el grado de septización y potencialidad de los líquidos cloacales de producir malos olores, calidad de las aguas receptoras en aceptar o no determinadas formas de vida acuática necesarias para mantener un equilibrio ecológico del sistema y como fuentes productoras de alimentos, y para valorar la actividad fotosintética de estas masas hídricas.

2.2.1.9) ESTABILIDAD RELATIVA

Se define como el porcentaje de la relación de oxígeno disponible (como oxígeno disuelto y oxígeno contenido en los nitritos y nitratos) en el oxígeno total requerido para satisfacer la DBO. Esta relación está indicada, de forma aproximada, por el número de días necesarios para agotar el oxígeno disponible en la muestra, usando el azul de metileno como indicador. Esta determinación se ha reemplazado con el análisis de la DBO, OD (oxígeno disuelto) y nitritos y nitratos de la muestra.



2.3) DEPURACIÓN

2.3.1) CONCEPTOS GENERALES DEPURACIÓN

Para el diseño de una planta depuradora existen tres factores principales a tener en cuenta:

- ✓ La contaminación de origen que determina los procesos de tratamiento que se han de aplicar.
- ✓ El grado de reducción de la contaminación que depende de la calidad del efluente que se desea.
- ✓ Disponibilidad económica, financiación y amortización.

En caso contrario, es decir, un diseño en el que no se han considerado los elementos anteriores se produce un aumento considerable del coste al ser necesarias modificaciones y ampliaciones sucesivas o que sea inviable o poco rentable económicamente.

2.3.1.1) NIVELES DE DEPURACIÓN

Los niveles de tratamiento que se consideran habitualmente en la depuración de aguas residuales son los siguientes:

✚ PRETRATAMIENTO Y TRATAM. PRIMARIO

Algunos autores no lo consideran un tratamiento propiamente dicho, aunque su aplicación es casi obligada. Dentro de este conjunto encontramos un cierto número de operaciones, físicas o mecánicas que tienen como objetivo separar del agua la mayor cantidad posible de materias que, por su naturaleza o tamaño, crearían problemas en los tratamientos posteriores. Las operaciones de pretratamiento son las



siguientes (una estación de tratamiento puede incluir una o varias de estas operaciones, según su importancia y la calidad del agua sucia):

- **Desbaste:** proteger la estación de la posible llegada intempestiva de grandes objetos y separar materias voluminosas arrastradas por el agua.
- **Dilaceradores:** desintegración de las materias sólidas arrastradas por el agua sucia.
- **Desarenado:** extracción del agua sucia la grava, arena y partículas minerales más o menos finas.
- **Pre-decantación:** eliminación de la totalidad de la arena fina y la mayor cantidad de fango.
- **Eliminación de aceites y grasas:** separación de los aceites y las grasas que acompañan al agua sucia.
- **Cernido:** filtración sobre soporte fino para la eliminación de partículas sólidas más o menos pequeñas.
- **Tratamiento de arenas y de desperdicios:** eliminación en la misma planta depuradora de las arenas y desperdicios separados del agua en las operaciones anteriores.

Todo ello forma un tratamiento primario o pre-tratamiento. Es el tratamiento más simple en depuración, que incluye básicamente la eliminación de arena, sólidos flotantes y en suspensión por gravedad. Se producen reducciones medias de materia orgánica y sólidos en suspensión, pero el aspecto del agua es impresentable.

Los tratamientos primarios sin adición de reactivos químicos no se consideran tratamientos de depuración como se ha nombrado anteriormente sino pre-tratamientos.



Los tratamientos fisicoquímicos consiguen únicamente una elevada reducción en sólidos en suspensión (90 %), con lo que el efluente tiene un aspecto presentable pero no se ha eliminado prácticamente nada de la contaminación disuelta.

* Si bien esto es completamente cierto, como veremos más adelante, este tratamiento será más que suficiente para las condiciones en las cuales la empresa debe verter, puesto que nuestra agua residual conlleva principalmente y casi exclusivamente estos contaminantes.

TRATAMIENTO SECUNDARIO

Los tratamientos secundarios, que en su mayor parte consisten en tratamientos biológicos convencionales, son similares a la autodepuración natural, y tienen una capacidad de eliminación muy superior de la contaminación disuelta, consiguiéndose reducciones superiores al 90 % en sólidos suspendidos y en materia orgánica, así como elevadas reducciones en otros parámetros.

Se trata de tratamientos muy superiores a los fisicoquímicos, que aunque tienen un coste superior de explotación, muchas veces queda compensado por la menor cantidad de lodo generado y, por tanto, menor coste de evacuación de lodos.

No obstante, por otro lado ha influido en el desarrollo de los tratamientos fisicoquímicos ya que su coste de construcción es mucho mayor, tanto en el ámbito de obra civil como el de la maquinaria.

TRATAMIENTO TERCIARIO

Como tratamiento terciario se incluyen todos aquellos tratamientos específicos que se utilizan para la reducción de contaminantes que no se pueden eliminar mediante los tratamientos biológicos convencionales.



Algunos ejemplos de tratamientos terciarios son:

- Eliminación de sólidos muy finos y turbidez
- Clarificación y eliminación del color
- Desinfección
- Reducción de fósforo
- Reducción de nitrógeno

La utilización de uno o varios tratamientos terciarios depende básicamente del medio receptor. En el presente proyecto se realiza la reducción conjunta de fósforo y nitrógeno.

2.3.1.2) INSTALACIONES DEPURADORAS

Para obtener unos niveles de calidad mínimos a la hora de depurar una cantidad determinada de agua residual, se abren diferentes estaciones depuradoras, ya sean de forma conjunta o por separado:

➤ **Instalaciones de depuración física:**

Lleva a cabo los pre-tratamientos anteriormente descritos (desbaste, desarenado, etc.)

➤ **Instalaciones de depuración físico-química:**

Proporcionan rendimientos de depuración sensiblemente inferiores a los tratamientos biológicos (entre el 50% - 75%).

En estos, se puede separar por coagulación las materias en suspensión no sedimentables, obteniéndose un resultado más eficaz, que una simple



decantación; la coagulación a su vez elimina igualmente ciertos materiales pesados como los fosfatos. Estos tratamientos presentan un ahorro de la inversión inicial y el espacio para su instalación, en cambio, presentan unos costes de operación elevados, en productos químicos y, sobretodo, con un incremento considerable de la producción de fangos.

➤ **Instalaciones de depuración biológicas:**

Se obtiene una eliminación más completa de la contaminación orgánica debido a la acción bacteriana. Entre los tratamientos biológicos, mayoritariamente, se ha propuesto el sistema de fangos activados y el filtro percolador, con los que se pueden conseguir rendimientos con los diferentes parámetros, que van del 90 al 95%.

➤ **Instalaciones de tratamiento y secado:**

Hace referencia a los lodos primarios depositados en los decantadores primarios y lodos en exceso producidos en el tratamiento biológico.

En ciertas estaciones de depuración de importancia media, puede adoptarse un esquema principal, suprimiendo la decantación primaria y efectuando un tratamiento biológico aerobio simultaneo de las aguas y los fangos.

En algunos casos, cuando sólo es necesario obtener un grado de depuración muy alto o de eliminación de cuerpos residuales no biodegradables, se ha de prever un tratamiento terciario.

Por otro lado, cuando se desea un grado de depuración intermedio entre una depuración biológica y el de un simple tratamiento primario, puede prevenirse un tratamiento fisicoquímico del agua para floculación y decantación. Se ha de prever también este tratamiento si se quiere obtener un grado elevado de depuración. Por



ejemplo, en instalaciones de carga estacional (balnearios, centros de turismo, etc.). es necesario también estudiar convenientemente las condiciones de eliminación de los lodos y los gastos de explotación.

Para no sobredimensionar las estaciones de tratamiento, puede ser conveniente, especialmente en el caso de las redes unitarias, limitar sucesivamente el caudal máximo.

2.3.1.3) RENDIMIENTO SEGÚN TIPOS DEPURACIÓN

Depende de numerosos factores entre los que hay que destacar:

- ✓ Regularidad de caudal y carga del efluente a tratar.
- ✓ Proporción del agua residual industrial.
- ✓ Concentración del agua sucia.
- ✓ Temperatura del agua.

Los rendimientos del proceso, en porcentaje, de las operaciones se puede estimar de la siguiente manera. No hay que olvidar que un incremento del rendimiento da lugar a un aumento en el consumo de energía, especialmente sensible si se llega a la nitrificación.

- Decantación primaria (tratamiento físico): en el caso de aguas urbanas, la eliminación de DBO es del orden del 35 % y la de materias sedimentables hasta el 90 %. La presencia de aguas industriales puede reducir hasta un 10 % el rendimiento de la eliminación de DBO.
- Decantación después de la floculación (tratamiento fisicoquímico). La eliminación de la DBO es del orden del 70 % y de las materias en suspensión sobre el 90%.



- Depuración biológica. Puede obtenerse un rendimiento elevado de reducción de la DBO (más del 95%) en instalaciones tradicionales de pequeña carga másica (inferior a 0,3 Kg de materia en aireación).

2.3.1.4) CALIDAD DEL EFLUENTE SEGÚN RECEPTOR

La calidad que se ha de exigir a un efluente depende básicamente del medio receptor, de tal forma que el vertido no produzca perturbación al sistema. Dadas las normativas actuales, los tratamientos necesarios para cada uno de los ecosistemas principales son los siguientes:

❖ Vertido al mar:

- ✓ Dilución mediante emisario submarino.
- ✓ Desinfección para cumplir las normas de aguas de baño.
- ✓ No es imprescindible la eliminación de nutrientes (N y P), ya que no se pueden producir problemas de eutrofización.
- ✓ Reducción de materia en suspensión.
- ✓ No es necesario la eliminación de materia orgánica.

❖ Vertido al río:

- ✓ Eliminación de las materias en suspensión y clarificación.
- ✓ Eliminación de color.
- ✓ Eliminación de la DBO para evitar la disminución de oxígeno disuelto.
- ✓ Desinfección y reducción de nutrientes necesarios en un futuro.



❖ **Vertido a lagos o pantanos:**

- ✓ Todas las anteriores.
- ✓ Imprescindible la eliminación de nutrientes ya que pueden causar problemas de eutrofización.
- ✓ Aplicación de los sistemas terciarios necesarios para proteger el ecosistema.

2.3.2) PRETRATAMIENTO Y TRATAM. PRIMARIO

Estas operaciones tienen como objetivo separar del agua la mayor cantidad posible de materias que por su naturaleza o tamaño crearían problemas en los tratamientos posteriores.

En estos tratamientos previos se eliminan todos aquellos sólidos ajenos totalmente al proceso de depuración, ya sea aerobio o anaerobio.

2.3.2.1) DESBASTE

El primer paso al tratamiento preliminar del agua residual consiste en la separación de sólidos gruesos. Para ello suelen utilizarse:

✚ REJAS MECÁNICAS

El sistema clásico de retirar basuras del agua residual son las rejillas mecánicas. El desbaste se puede realizar gracias a las rejillas o a los tamices. Las rejillas se utilizan para retener materiales sólidos de un tamaño importante. Son barras metálicas de 6mm o más de grosor, dispuestas paralelamente y separadas de 10 a 100mm. Se limpian con rastrillos que trasladan los sólidos gruesos a través de la rejilla que está



perpendicularmente al agua, y la descarga en la parte superior de la cinta transportadora o a un tornillo sin eje, de funcionamiento continuo. Los materiales retenidos suelen ser trapos, plásticos, hojas, etc.

En estaciones pequeñas la extracción de materiales retenidos es efectuada manualmente mediante rastrillos hacia la cesta de recogida.

Cuando el tamizado se efectúa a niveles cercanos al suelo, la operación no tiene complicación, pero cuando se efectúa en fosas, la operación manual de limpieza origina riesgos derivados de las condiciones de trabajo, generalmente dificultosas, en las que se suelen realizar. El tamizado es una operación que se hace siempre.

Los objetivos del desbaste son los siguientes:

- ✓ Proteger la estación de la posible llegada intempestiva de grandes objetos flotantes capaces de provocar obstrucciones a las diferentes unidades de la estación.
- ✓ Separar y evacuar fácilmente los materiales voluminosos arrastrados por el agua sucia que podrían disminuir la eficacia de los tratamientos posteriores o complicar la realización de los mismos.

En cualquier caso, las rejillas han de ser removidas periódicamente, ya que gran parte del material se puede pudrir y al estar impregnado con materia fecal, produce olores y atrae insectos.

El mecanismo de limpieza automática consiste en un rastrillo que se desplaza mediante una cadena tensada por dos ruedas giratorias o un sistema de vaivén.

Hay una cierta pérdida de carga en los barrotes cuando el agua residual los atraviesa. Se suelen disponer rejas curvas para pequeñas alturas de la corriente de agua, y longitudinales dispuestas casi verticalmente para grandes alturas.



En la reja auto limpiable, los sólidos resbalan sobre ella con una pendiente suficiente, como para auto descargarse en la parte inferior mientras el agua atraviesa la reja.

La distancia habitual de separación entre barrotes, denominada ancho de luz, es de 12 mm (ancho estándar), mientras que la profundidad de los barrotes es de 5 cm.

Normalmente, se utilizan rejas de mayor ancho de luz de protección que las estándar, formando un doble sistema de rejas que permite soportar los aluviones de basuras que se producen con las fuertes lluvias.

Algunas veces, se utilizan rejas con ancho de luz muy grande, superiores a 10cm, para proteger los sistemas de bombeo de sólidos muy grandes.

La principal ventaja del uso de rejas es que su pérdida de carga es muy pequeña y, por tanto, son usadas para grandes caudales. Tienen un desgaste pequeño, pero un atasco puede producir el movimiento de los barrotes.

Su principal inconveniente es que dejan pasar muchos sólidos y en algunos casos el tamiz es insuficiente para proteger las instalaciones posteriores.

TAMICES

Los sistemas modernos de retirada de sólidos son los tamices, con ancho de luz variable de 1 a 5mm y que tienen por tanto un mayor rendimiento en la filtración, obteniéndose una protección perfecta de los equipos posteriores. Normalmente se usan rejas de protección para evitar la entrada de maderas, piedras, etc.

Por tanto, a continuación de estas rejas, dispondremos tamices, que suelen utilizar a veces como depuradoras cuando puede haber una gran dilución, como en grandes ríos



y mares. Como norma general, se admite que queden restringidas las partículas de un tamaño superior a 3mm.

Los tamices también se colocan perpendicularmente al flujo del agua sucia. Los más conocidos son el Aquaguard, el Step-screen, el Econety y el Hidralet.

Los tamices son más delicados que las rejas, aunque su mantenimiento también es pequeño. Generalmente son de plásticos resistentes y no metálicos, ya que así no se producen fenómenos de corrosión.

La eficacia de los tamices es pequeña: llega únicamente a 1/5, aproximadamente, del rendimiento de los decantadores.

Como depuración previa, se recomiendan rejas de 40 a 50 mm de apertura. Las aperturas anchas tienen la ventaja que las heces y los papeles pueden atravesarlas, llegando a los decantadores junto con el fango, y únicamente las materias gruesas relativamente poco fermentables son retenidas y separadas. Las barras de las rejas se colocan oblicuamente a la dirección de la corriente con una inclinación de 1 (altura) a 3 (longitud) como mínimo. El canal se ensancha por debajo de la reja, pero sólo de forma que la velocidad del agua no resulte inferior a 0,6m/s para que no se deposite en el suelo. Para el caso de las crecidas anormales se dispone de una derivación que en todo caso se equipa de una reja gruesa de unos 100 mm de apertura entre barras. Como cantidad en general recogida en las rejas gruesas, se puede contar entre 2 y 3l por año.

La desventaja de las rejas finas es que la cantidad de material recogido es mayor, aumentándose de 5 a 10 l por año, es decir, que aumenta el triple, conteniendo además heces y sustancias que hacen mal olor. Tienen una elevada pérdida de carga, y es por este motivo que en muchas depuradoras no se pueden sustituir las rejas existentes.



La velocidad de paso a través de la reja no ha de ser mayor de 0,7 m/s para que no sea limpiado y arrastrado por el agua mucho material retenido.

Como ventajas ante los decantadores, podemos citar que es un equipo barato, sin partes móviles, que precisa de un mantenimiento mínimo, aunque necesita un desnivel importante entre el punto de alimentación del agua el de salida, que se consigue por medio del uso de las bombas, comportando unos ciertos gastos de energía.

2.3.2.2) DESARENADO

La eliminación de arena es esencial antes de pasar el agua a las centrífugas, de los intercambiadores de calor y de las bombas de diafragma de alta presión. En cambio, en aquellos casos en que el fango no digerido fuera secado con filtros de vacío o bien se incinerase, la utilización de desarenadores de menor eficacia ha dado resultados satisfactorios.

El desarenado tiene como objetivo extraer del agua sucia la grava, arena y partículas minerales más o menos finas, con la finalidad de evitar que se produzcan sedimentos en los canales y conducciones, y para proteger las bombas y otros equipos de la abrasión y desgaste anormales; reducir la formación de depósitos pesados en las tuberías, canales y conductos, y la frecuencia de limpieza de los digestores que se ha de realizar como resultado de excesivas acumulaciones de arena en estas unidades.

En el término arenas se incluyen las arenas propiamente dichas, la grava, las cenizas y cualquier otra materia pesada que tenga velocidad de sedimentación o peso específico superior al de los sólidos orgánicos putrescibles del agua residual. Esta arena presenta también cáscaras de huevos, trozos de huesos, granos de café y grandes partículas orgánicas tales como restos de comida.



Los desarenadores pueden situarse en las plantas de tratamiento donde la eliminación de la arena pueda facilitar el funcionamiento de las otras unidades. Aunque la instalación de rejillas de limpieza mecánica o de dilaceradores ante los desarenadores facilita la operación de eliminación de arena y de las instalaciones de limpieza.

Cuando convenga situar los desarenadores delante de las bombas para el agua residual, normalmente se tendrá que hacer a bastante profundidad, lo que significa un elevado coste adicional. Por tanto, es más económico bombear el agua residual, con arena y todo, hasta los desarenadores, situados en un punto adecuado antes de las instalaciones de la planta de tratamiento, admitiendo que las bombas pueden necesitar un mayor control y mantenimiento que si estuvieran después de los desarenadores.

El diseño de los desarenadores dependerá del tipo seleccionado, de si están provistos o no de equipo de extracción mecánica de arena y de los requisitos que se exija al equipo desarenador, en caso de existir.

2.3.2.2.1) TIPOS DE DESARENADORES

Existen dos tipos de desarenadores: de flujo horizontal y aireado.

- ✚ **DE FLUJO HORIZONTAL:** generalmente de diseño horizontal, y su profundidad, escasa. Se requiere un cierto control de la velocidad de entrada del agua para que la velocidad por unidad de área sea constante para toda la cámara de desarenado. Se proyectan para que la velocidad sea aproximadamente 0,3m/s ya que esta velocidad arrastra la mayoría de las partículas orgánicas a través del tanque y permite que la arena, que es más pesada, sedimente. Por tal que la velocidad se mantenga cuando varía la profundidad, la sección transversal del canal es parabólica aunque se aproxima a un trapecio.



Para mejorar la separación de arena y materia orgánica se diseñan los desarenadores aireados en los que se inyecta aire a la masa líquida para que describa una trayectoria en espiral a medida que el agua avanza por el tanque. Estos están pensados para proporcionar un tiempo de retención de 1 a 3 minutos de caudal máximo. La sección transversal es parecida a la proporcionada por circulación en espiral en los tanques de aireación de fangos activados, así, presenta también un canal de unos 0,9m de profundidad con paredes laterales muy inclinadas que están a lo largo de un lado del depósito bajo los difusores de aire, los cuales están situados entre 0,45 y 0,6m por encima del plano normal del fondo.

La velocidad de la rotación transversal o la agitación determinan el tamaño de las partículas de peso específico dado que serán eliminadas. Si la velocidad es muy grande, la arena será arrastrada fuera del tanque y, si es muy pequeña, habría materia orgánica que se depositaría con la arena. Afortunadamente, la cantidad de aire se puede ajustar fácilmente. Con un ajuste adecuado, se obtendrá una eliminación prácticamente del 100% y la arena quedará bien limpia. El agua se desplaza a través del tanque a caudal máximo, y incluso más con caudales menores. El agua residual se tendrá que introducir en dirección al movimiento helicoidal. Para determinar la pérdida de carga de un desarenador se ha de considerar la expansión de volumen causado por el aire introducido.

- ✚ **AIREACIÓN:** un gran número de desarenadores aireados están dotados de medios de eliminación de arena mediante palas verticales que se desplazan sobre un monorraíl, centradas sobre el canal de almacenaje y recogida de arena. Otras instalaciones están equipadas con transportadores de cadena que se desplazan a lo largo de los canales de almacenaje y empujan la arena hacia un extremo de éstos, desde donde lo elevan por encima del nivel del agua de forma continua.



Característica	Valor	
	Intervalo	Típico
Dimensiones		
Profundidad (m)	2,0-5,0	
Longitud (m)	7,5-20,0	
Anchura (m)	2,5-7,0	
Relación anchura/profundidad	1:1-5:1	2:1
Tiempo de retención: caudal punta (min)	2,0-5,0	3,0
Cantidad de arena: espumas arena, m ³ /10m ³	0,004-0,200	0,015
Suministro de aire m ³ /min.m de longitud	0,15-0,45	0,3

Tabla 8: Características de un desarenador por aireación

Es importante recordar que al proyectar desarenadores aireados, la capacidad de las instalaciones de manipulación de arena esté dimensionada para el caudal punta mantenido.

2.3.2.2.2) ELIMINACIÓN DE ARENA

El método más corriente es la evacuación de la arena como relleno, cubriéndola cuando sea necesario. En algunas plantas de gran tamaño, se incinera junto al fango.

❖ Limpieza

El carácter de la arena normalmente recogida en los desarenadores de flujo horizontal varía ampliamente de lo que normalmente se podría considerar como arena limpia hasta aquella que contiene gran proporción de materia orgánica putrescible. La arena sin limpiar puede contener un 50% o más de materia orgánica. Ésta materia puede atraer insectos y ratas y, tiene un olor desagradable.



La eliminación de la mayor parte de la materia orgánica se puede llevar a cabo mediante separadores y lavadores de arenas. En los casos en que parte de la materia orgánica más pesada permanezca con la arena se suelen emplear lavadores de arena para proporcionar un segundo nivel de separación de sólidos volátiles.

Existen diversos lavadores de arena. Uno de ellos se basa en un tornillo inclinado sumergido que proporciona la agitación para separar la arena de la materia orgánica y, al mismo tiempo, lleva la arena limpia hasta un punto de descarga situado sobre el nivel del agua. Otro tipo consiste en una criba en el que mediante un flujo de líquido que circula alternativamente hacia arriba o hacia abajo del conjunto de la arena, produciéndose la eliminación de la materia orgánica. Su rendimiento es excelente pero su uso supone una operación adicional de planta que ha de ser supervisada.

❖ **Transporte**

La arena se suele transportar a las zonas de vertido en camiones, por lo que es necesario tener medios para cargarlos. En las plantas grandes se dispone de tolvas elevadas con compuertas de fondo a través de las cuales se cargan los camiones. Las dificultades encontradas para que la arena discurra libremente desde las tolvas de almacenaje se reducen al mínimo aplicando aire por debajo de la arena y también utilizando vibradores. Conviene prever los dispositivos necesarios para la recogida del goteo procedente de las compuertas. De la misma manera se pueden utilizar palas, operadas sobre un sistema monorraíl, para cargar los camiones directamente desde los desarenadores o desde los depósitos de almacenaje situados al mismo nivel.

En algunas plantas la arena se conduce, con buenos resultados, a las zonas de eliminación mediante transportadores neumáticos. Este sistema no requiere tolvas elevadas ni depósitos ni camiones aunque el desgaste de las conducciones.



2.3.2.3) DESENGRASADO

El desengrasado consiste en una operación de separación sólido-líquido, y se hace siempre que el agua tenga una temperatura suficientemente baja que permita la coagulación de las grasas. Los aceites y las grasas, generalmente más ligeros que el agua, tienden a subir a la superficie. Por eso, todo dispositivo en el que se reduzca la velocidad de flujo, y que presente una superficie tranquila, actúa como separador de grasa y aceite.

La recogida en superficie y la evacuación, si es posible, se realiza por vertido a arrastre sobre cinta móvil para los aceites, y por rascado para las grasas.

El decantador primario separa especialmente las grasas, que se acumulan en la superficie, pero generalmente se adapta mal a la recogida de éstas cuando su volumen resulta considerable, con las consecuentes dificultades de explotación.

En las aguas residuales urbanas, el desengrasado es conveniente (indispensable si no se procede a una decantación primaria) y se efectúa satisfactoriamente en combinación con el desarenado siempre que las dimensiones del aparato se calculen adecuadamente.

El aparato presenta una zona de aireación, en la que se inyecta aire por su parte inferior, y una zona tranquilizada destinada a la acumulación de grasas en la superficie. Los fangos sedimentables resbalan sobre una pared inclinada y pasan a la zona de aireación. El tiempo de retención del agua en este aparato es del orden de 10 a 15 minutos a caudal medio, con un mínimo de 5 minutos. La evacuación de las grasas puede hacerse por vertedero, o bien limpiando mecánicamente la superficie. El caudal de aire introducido es del orden de 0,5 a 2m³/h por m³ de capacidad del desengrasador. En estas condiciones, puede conseguirse una eliminación del 80% de materiales grasos.



Respecto al tratamiento y evacuación de grasas y espumas, generalmente no son recuperables. Estos residuos son generalmente orgánicos, y pueden someterse a la digestión anaerobia junto a los fangos, aumentando así la producción de gas, pero esta solución presenta el inconveniente de favorecer la formación de una costra de fango en el digestor, que se tendrá que equipar en este caso con un dispositivo de agitación muy eficaz.

Cuando la instalación comprende una incineración de fangos o de materias separadas por desbaste en las rejillas, las materias flotantes y las grasas pueden incinerarse junto con estos productos.

2.3.2.4) COAGULACIÓN / COAGULANTE

El objetivo principal de la coagulación es desestabilizar las partículas coloidales que se encuentran en suspensión, para favorecer su aglomeración; en consecuencia se eliminan las materias en suspensión estables; la coagulación no solo elimina la turbiedad sino también la concentración de las materias orgánicas y los microorganismos.

Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado.

En la siguiente figura se muestra como las sustancias químicas anulan las cargas eléctricas de la superficie del coloide permitiendo que las partículas coloidales se aglomeren formando flóculos.

La coagulación es el tratamiento más eficaz pero también es el que representa un gasto elevado cuando no está bien realizado. Es igualmente el método universal

porque elimina una gran cantidad de sustancias de diversas naturalezas y de peso de materia que son eliminados al menor costo, en comparación con otros métodos.

El proceso de coagulación mal realizado también puede conducir a una degradación rápida de la calidad del agua y representa gastos de operación no justificadas. Por lo tanto que se considera que la dosis del coagulante condiciona el funcionamiento de las unidades de decantación y que es imposible de realizar una clarificación, si la cantidad de coagulante está mal ajustada.

En esta figura se muestra como las sustancias químicas anulan las cargas eléctricas sobre la superficie del coloide, permitiendo que las partículas coloidales se aglomeren formando flóculos.

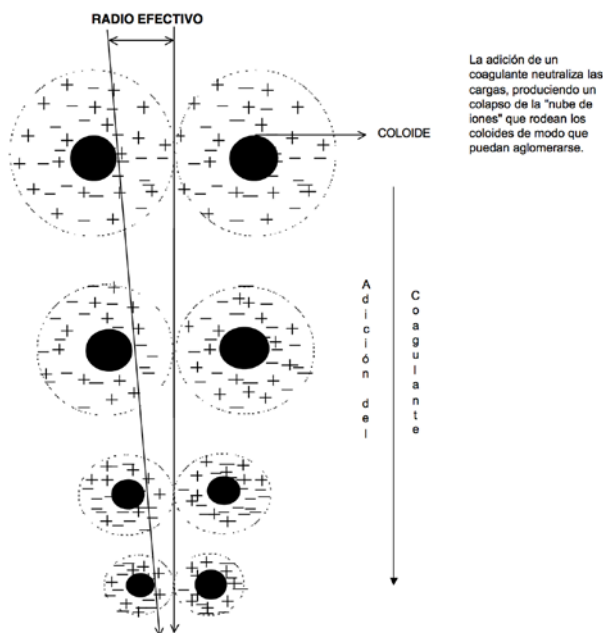


Figura 11: Muestra del funcionamiento del coagulante

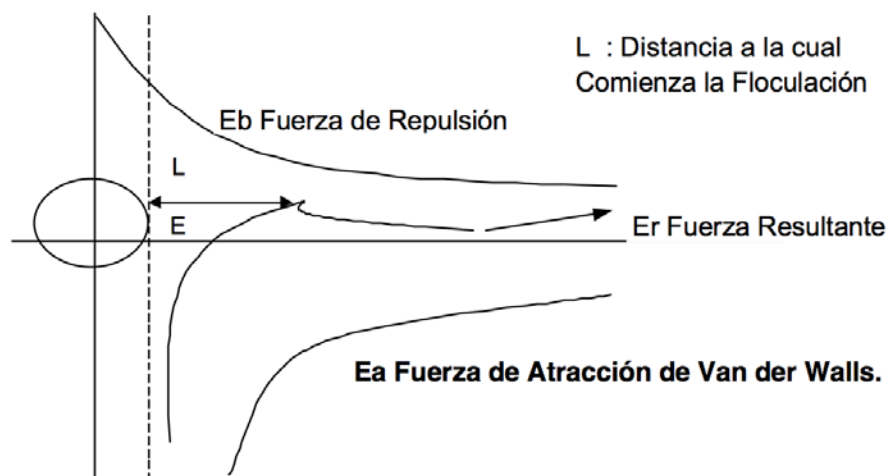
2.3.2.4.1) Mecanismo de la Coagulación

La desestabilización se puede obtener por los mecanismos fisicoquímicos siguientes:

- **Compresión de la Doble Capa**

Cuando se aproximan dos partículas semejantes, sus capas difusas interactúan y generan una fuerza de repulsión, cuyo potencial de repulsión está en función de la distancia que los separa y cae rápidamente con el incremento de iones de carga opuesta al de las partículas, esto se consigue sólo con los iones del coagulante.

Existe por otro lado un potencial de atracción o fuerzas de atracción E_a , entre las partículas llamadas fuerzas de Van der Waals, que dependen de los átomos que constituyen las partículas y de la densidad de estos últimos.



Si la distancia que separa a las partículas es superior a “ L ”, entonces las partículas, no se atraen. E es la energía que los mantiene separados.

Figura 12: Esquema de floculación

○ Absorción y Neutralización de Cargas

Las partículas coloidales poseen carga negativa en sus superficie, estas cargas llamadas primarias atraen los iones positivos que se encuentran en solución dentro del agua y forman la primera capa adherida al coloide.

El potencial en la superficie del plano de cizallamiento es el potencial electrocinético – potencial ZETA, este potencial rige el desplazamiento de coloides y su interacción mutua.

Después de la teoría de la doble capa la coagulación es la considerada como la anulación del potencial obtenido por adición de productos de coagulación – floculación, en la que la fuerza natural de mezcla debido al movimiento browniano no es suficiente requiriéndose una energía complementaria necesaria; por ejemplo realizar la agitación mecánica o hidráulica.

Cuando se adiciona un exceso de coagulante al agua a tratar, se produce a la reestabilización de la carga de la partícula; esto se puede explicar debido a que el exceso de coagulante son absorbidos en la superficie de la partícula, produciendo una carga invertida a la carga original.

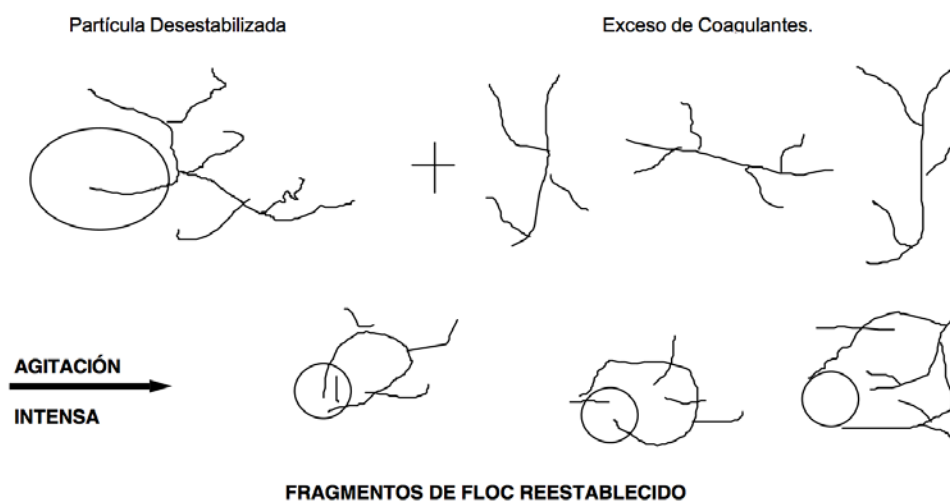


Figura 13: Esquema de coagulación

- **Atrapamiento de Partículas dentro de un Precipitado**

Las partículas coloidales desestabilizadas, se pueden atrapar dentro de un floc, cuando se adiciona una cantidad suficiente de coagulantes, habitualmente sales de metales trivalente como el sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$, o Cloruro Férrico $FeCl_3$, el floc está formado de moléculas de $Al(OH)_3$ o de $Fe(OH)_3$. La presencia de ciertos aniones y de las partículas coloidales aceleran la formación del precipitado. Las partículas coloidales juegan el rol de anillo durante la formación del floc; este fenómeno puede tener una relación inversa entre la turbiedad y la cantidad de coagulante requerida. En otras palabras, una concentración importante de partículas en suspensión puede requerir menor cantidad de coagulante.

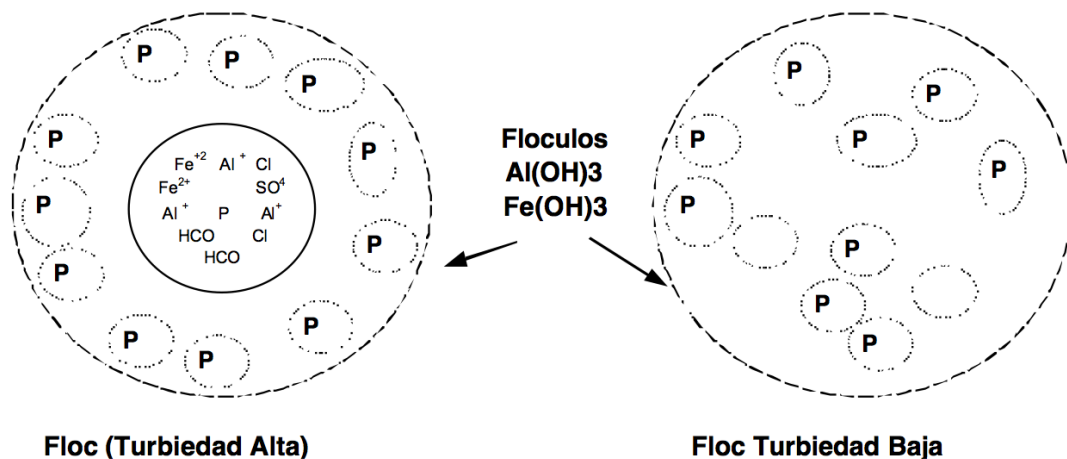


Figura 14: Composición del floculo

- **Adsorción y Puente**

En cualquier caso, se obtiene el tratamiento mas económico utilizando un polímero aniónico, cuando las partículas están cargadas negativamente. Este fenómeno es explicado por la teoría del “puente”. Las moléculas del polímero muy largas contienen grupos químicos que pueden absorber las partículas coloidales. La molécula de

polímero puede así absorber una partícula coloidal en una de sus extremidades, mientras que los otros sitios son libres para absorber otras partículas. Por eso se dice que las moléculas de los polímeros forman el “puente” entre las partículas coloidales. Esto puede tener una re-estabilización de la suspensión, por una excesiva carga de polímeros.

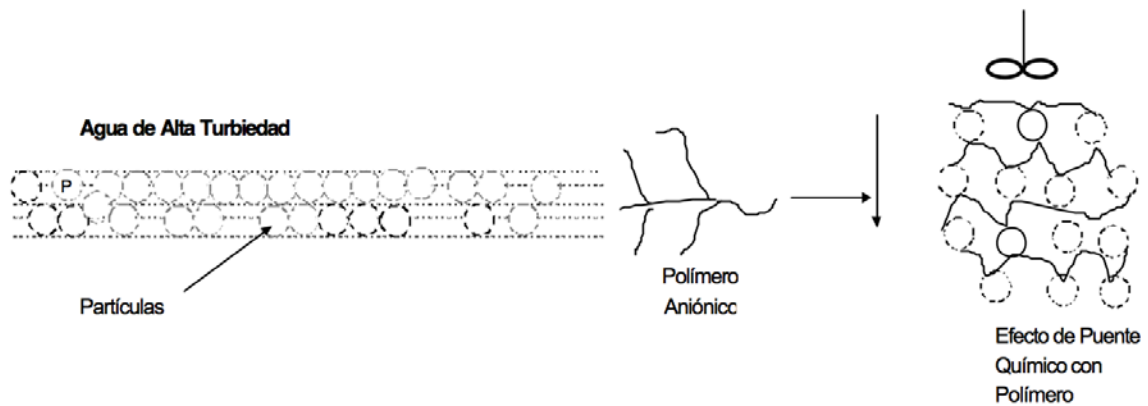


Figura 15: Esquema de unión de partículas sucias

2.3.2.4.2) Factores que influyen en la coagulación

○ Influencia del Ph

El pH es una medida de la actividad del ion hidrógeno en una solución, y es igual a:

$$pH = -\log(H^+)$$

El pH es la variable más importante a tener en cuenta al momento de la coagulación, para cada agua existe un rango de pH óptimo para la cual la coagulación tiene lugar rápidamente, ello depende de la naturaleza de los iones y de la alcalinidad del agua.

El rango de pH es función del tipo de coagulante a ser utilizado y de la naturaleza del agua a tratar; si la coagulación se realiza fuera del rango de pH óptimo entonces se debe aumentar la cantidad del coagulante; por lo tanto la dosis requerida es alta.



Para sales de aluminio el rango de pH para la coagulación es de 6.5 a 8.0 y para las sales de hierro, el rango de pH óptimo es de 5.5 a 8.5 unidades.

○ **Influencia de las Sales Disueltas**

Las sales contenidas dentro del agua ejercen las influencias siguientes sobre la coagulación y floculación:

- ✓ Modificación del rango de pH óptimo.
- ✓ Modificación del tiempo requerido para la floculación.
- ✓ Modificación de la cantidad de coagulantes requeridos.
- ✓ Modificación de la cantidad residual del coagulante dentro del efluente.

○ **Influencia de la Temperatura del Agua**

La variación de 1°C en la temperatura del agua conduce a la formación de corrientes de densidad (variación de la densidad del agua) de diferentes grados que afectan a la energía cinética de las partículas en suspensión, por lo que la coagulación se hace mas lenta; temperaturas muy elevadas desfavorecen igualmente a la coagulación.

Una disminución de la temperatura del agua en una unidad de decantación conlleva a un aumento de su viscosidad; esto explica las dificultades de la sedimentación de un floc.

○ **Influencia de la Dosis del Coagulante**

La cantidad del coagulante a utilizar tiene influencia directa en la eficiencia de la coagulación, así:

- Poca cantidad del coagulante, no neutraliza totalmente la carga de la partícula, la formación de los microflóculos es muy escaso, por lo tanto la turbiedad residual es elevada.



- Alta cantidad de coagulante produce la inversión de la carga de la partícula, conduce a la formación de gran cantidad de micro flóculos con tamaños muy pequeños cuyas velocidades de sedimentación muy bajas, por lo tanto la turbiedad residual es igualmente elevada.

La selección del coagulante y la cantidad óptima de aplicación; se determina mediante los ensayos de pruebas de jarra.

La selección del coagulante y la dosis juegan un rol muy importante sobre :

- ✓ La buena o mala calidad del agua clarificada.
- ✓ El buen o mal funcionamiento de los decantadores.

- **Influencia de Mezcla**

El grado de agitación que se da a la masa de agua durante la adición del coagulante, determina si la coagulación es completa; turbulencias desiguales hacen que cierta porción de agua tenga mayor concentración de coagulantes y la otra parte tenga poco o casi nada; la agitación debe ser uniforme e intensa en toda la masa de agua, para asegurar que la mezcla entre el agua y el coagulante haya sido bien hecho y que se haya producido la reacción química de neutralización de cargas correspondiente.

En el transcurso de la coagulación y floculación, se procede a la mezcla de productos químicos en dos etapas. En la primera etapa, la mezcla es enérgica y de corta duración (60 seg., máx.) llamado mezcla rápida; esta mezcla tiene por objeto dispersar la totalidad del coagulante dentro del volumen del agua a tratar, y en la segunda etapa la mezcla es lenta y tiene por objeto desarrollar los microflóculos.

La mezcla rápida se efectúa para la inyección de productos químicos dentro de la zona de fuerte turbulencia, una inadecuada mezcla rápida conlleva a un incremento de productos químicos.



○ Influencia de la Turbiedad

La turbiedad es una forma indirecta de medir la concentración de las partículas suspendidas en un líquido; mide el efecto de la dispersión que estas partículas presentan al paso de la luz; y es función del número, tamaño y forma de partículas.

La turbiedad del agua superficial es gran parte debido a partículas de lodos de sílice de diámetros que varían entre 0.2 a 5 μm . La coagulación de estas partículas es muy fácil de realizar cuando el pH se mantiene dentro del rango óptimo. La variación de la concentración de las partículas permiten hacer las siguientes predicciones:

- ✓ Para cada turbiedad existe una cantidad de coagulante, con el que se obtiene la turbiedad residual más baja, que corresponde a la dosis óptima.
- ✓ Cuando la turbiedad aumenta se debe adicionar la cantidad de coagulante no es mucho debido a que la probabilidad de colisión entre las partículas es muy elevada; por lo que la coagulación se realiza con facilidad; por el contrario cuando la turbiedad es baja la coagulación se realiza muy difícilmente, y la cantidad del coagulante es igual o mayor que si la turbiedad fuese alta.
- ✓ Cuando la turbiedad es muy alta, conviene realizar una pre-sedimentación natural o forzada, en este caso con el empleo de un polímero aniónico. (En la Planta de la Atarjea, se realiza este último, en época de alta turbiedad).
- ✓ Es siempre más fácil coagular las aguas de baja turbiedad y aquellas contaminadas por desagües domésticos industriales, por que requieren mayor cantidad de coagulante que los no contaminados.

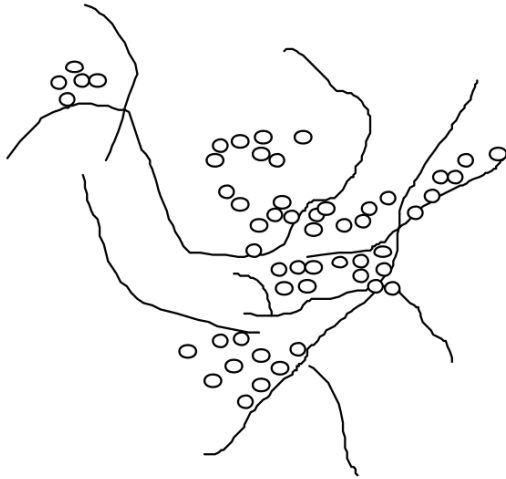
2.3.2.5) FLOCULACIÓN / FLOCULANTE

La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los



flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad.

Estos flóculos inicialmente pequeños, crean al juntarse aglomerados mayores que son capaces de sedimentar.



Floculación : El floculante tiende un puente entre las partículas coloidales aglomeradas para formar flóculos mas grandes fácilmente sedimentables.

Figura 16: Esquema de partículas en flóculos

Sucedan que los flóculos formados por la aglomeración de varios coloides no sean lo suficientemente grande como para sedimentar con rapidez deseada, por lo que el empleo de un floculante es necesario para reunir en forma de red, formando puentes de una superficie a otra enlazando las partículas individuales en aglomerados, tal como se está mostrando en la figura.

La floculación es favorecida por el mezclado lento que permite juntar poco a poco los flóculos; un mezclado demasiado intenso los rompe y raramente se vuelven a formar en su tamaño y fuerza óptimos. La floculación no solo incrementa el tamaño de las partículas del flóculo, sino que también aumenta su peso.

La floculación puede ser mejorado por la adición de un reactivo de floculación o ayudante de floculación.



2.3.2.5.1) Tipos de Floculación.

Hay 2 tipos de floculación:

○ **Floculación Pericinética**

Esta producido por el movimiento natural de las moléculas del agua y esta inducida por la energía térmica, este movimiento es conocido como el movimiento browniano.

○ **Floculación Ortocinética**

Se basa en las colisiones de las partículas debido al movimiento del agua, el que es inducido por una energía exterior a la masa de agua y que puede ser de origen mecánico o hidráulico.

Después que el agua es coagulada es necesario que se produzca la aglomeración de los microflóculos; para que esto suceda se produce primero la floculación pericinética luego se produce la floculación ortocinética.

2.3.2.5.2) Parámetros de la Floculación

Los parámetros que caracterizan la floculación son los siguientes:

- Floculación Ortocinética (Se da por el grado de agitación proporcionada: Mecánica o Hidráulica).
- Gradiente de Velocidad (energía necesaria para producir la mezcla).
- Número de colisiones (choque entre microflóculos).
- Tiempo de retención (tiempo que permanece el agua en la unidad de floculación).
- Densidad y tamaño de floc.
- Volumen de lodos (los flóculos formados no deben sedimentar en las unidades de floculación).



2.3.2.5.3) Tipos de floculantes

Los floculantes son polímeros o polielectrolitos con pesos moleculares muy elevados moléculas orgánicas solubles en agua formadas por bloques denominados monómeros, repetidos en cadenas larga. Estos floculantes pueden ser de naturaleza : mineral, orgánico natural y orgánico de síntesis.

➤ **FLOCULANTES MINERALES**

Se encuentra la sílice activada, que es el primer floculante empleado, que debe ser preparado antes de emplear, su preparación es tan delicada y presenta el riesgo de la gelatinización; produce la neutralización parcial de la alcalinidad de silicato de sodio en solución.

➤ **FLOCULANTES ORGÁNICOS NATURALES**

Son polímeros naturales extraídos de sustancias animales o vegetales.

- ✓ Los alginatos, cuya estructura polimérica son:
- ✓ Los ácidos manuránicos y.
- ✓ Los ácidos glucónico.

➤ **FLOCULANTES ORGÁNICOS DE SINTESIS**

Son los más utilizados y son macromoléculas de una gran cadena, obtenidos por asociación de monómeros sintéticos con masa molecular elevada de 10^6 a 10^7 gr./mol, estos se clasifican de acuerdo a la ionicidad de los polímeros:

- ✓ Aniónicos (generalmente copolímeros de la acrilamida y del ácido acrílico).
- ✓ Neutros o no iónicos (poliacrilamidas).
- ✓ Catiónicos (copolímero de acrilamidas + un monómero catiónico).



2.3.2.6) DAF (Flotación de Aire Disuelto)

La flotación de aire disuelto (DAF por sus siglas en inglés) es un tratamiento de aguas o proceso que clarifica aguas residuales (u otras aguas) mediante la remoción de materia suspendida como aceites o sólidos. La remoción se logra disolviendo en el agua u agua residual aire bajo presión y luego liberando el aire a presión atmosférica en tanques de flotación o piletas. La liberación de aire forma pequeñas burbujas que se adhieren a la materia suspendida y la hacen flotar en la superficie del agua donde serán removidas por un dispositivo de desnatado.

La flotación de aire disuelto es muy utilizado en tratamiento industrial de efluentes de refinerías de petróleo, petroquímicas y plantas químicas, plantas de procesamiento del gas natural, plantas de celulosa, plantas de tratamiento general de agua y facilidades industriales similares. Un proceso muy similar es el llamado Flotación con gas inducido que también es usado para el tratamiento de aguas. La flotación frontal es comúnmente usada en procesos de procesamientos de minerales como oros.

En la industria petrolera, la flotación de gas disuelto (DGF) no usa unidades de aire como medio de flotación debido al riesgo de explosiones. El gas natural utilizado para crear las burbujas.

Está equipado con un kit de presurización de agua que consigue la formación de un flujo de micro-burbujas de aire con tamaños de 30 a 50 micrones. Estas micro-burbujas se adhieren a los sólidos presentes en las aguas residuales, formando agregados capaces de flotar.

Los sólidos flotados son arrastrados por un rascador superficial hasta una canaleta de evacuación. Las partículas pesadas, como las cremas, sedimentan en el fondo del Flotador, desde donde se extraen periódicamente a través de una válvula de purga.



El Flotador por Aire Disuelto puede trabajar con o sin la adicción de reactivos químicos.

➤ **Aplicaciones del Flotador por Aire Disuelto:**

- ✓ Utilización común como pre tratamiento en estaciones de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Es uno de los sistemas de depuración más utilizados para el tratamiento de aguas residuales industriales, ya que permiten alcanzar, en la mayoría de los casos, los objetivos marcados para vertidos a colector y en ocasiones también los de vertidos a cauces.
- ✓ En Industrias lácteas, mataderos, conserveras, papeleras, alimentos, procesadores de carnes y pescados, petroquímica, minera, etc.

➤ **Beneficios:**

- ✓ El Flotador por Aire Disuelto permite recuperar sólidos valiosos evitando su pérdida en el efluente final (por ejemplo, las fibras celulósicas en la industria papelera).
- ✓ Los rendimientos de remoción de contaminantes alcanzados permiten en muchas ocasiones alcanzar los objetivos de depuración marcados para verter a colector.
- ✓ El Flotador por Aire Disuelto consigue un elevado nivel de depuración de las aguas residuales. Sin la adicción de reactivos se pueden alcanzar rendimientos de remoción de contaminantes del 90% en aceites y grasas, 85% en sólidos en suspensión y 40% en DQO.
- ✓ Se estima que la separación de los sólidos es hasta 5 veces más rápida que una decantación convencional. Esto supone un requerimiento menos de espacio ocupado y un tiempo menor de retención de agua en el equipo.

- ✓ La concentración de los sólidos separados es más elevada que en una decantación convencional, superior al 8% de sólidos.
- ✓ El Flotador por Aire Disuelto es un equipo de fácil instalación y poco mantenimiento.

➤ **ETAPAS DEL PROCESO**

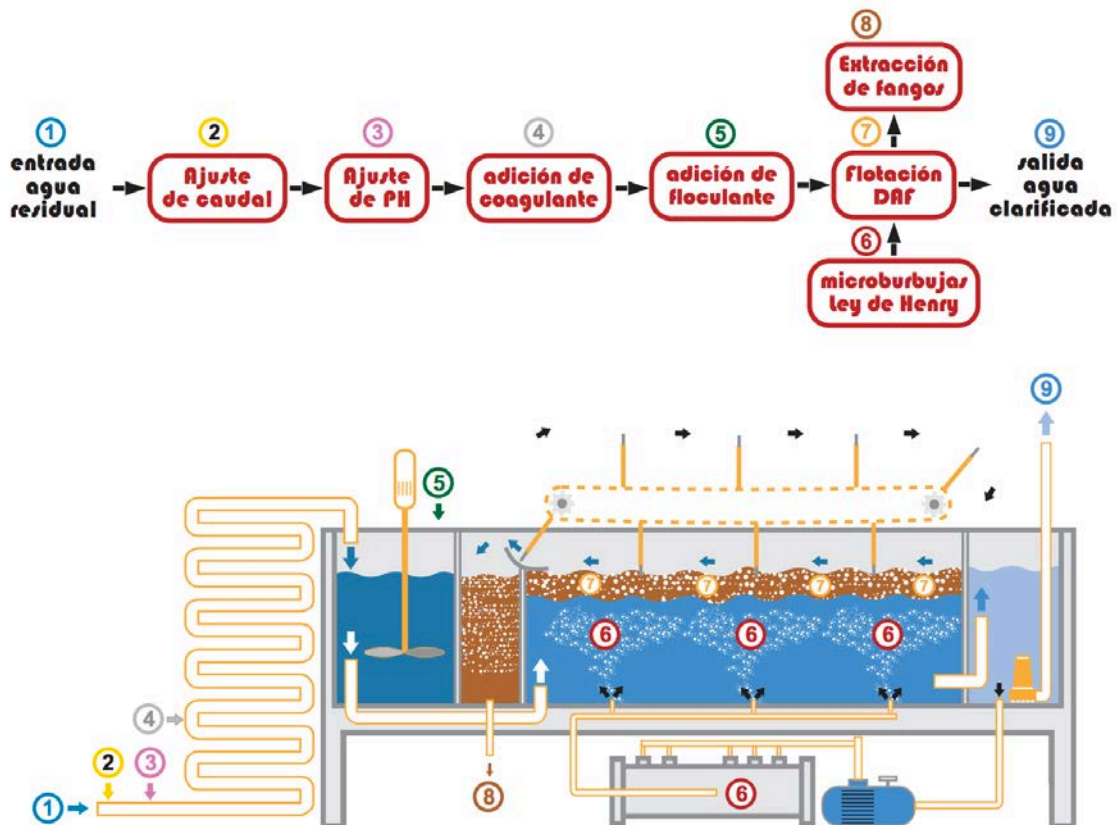


Figura 17: Esquema del proceso de flotación por aire disuelto

2.3.3) TRATAMIENTO SECUNDARIO

Ya que mayoritariamente este tipo de procesos son llevados a cabo mediante tratamiento biológico nos centraremos en estos.



2.3.3.1) GENERALIDADES TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Los sistemas de tratamiento biológico son proyectados para la estabilización y eliminación de la materia orgánica soluble y coloidal que todavía queda después del tratamiento primario. Cuando se trata de pequeñas instalaciones puede suprimirse la decantación primaria, siendo indispensable en este caso realizarse un pre-tratamiento en el que se incluya un desengrasado eficaz. Aunque este proceso se puede hacer por medios fisicoquímicos, normalmente se entiende que el tratamiento biológico implica un proceso biológico.

El agua además de contener materia orgánica también transporta un gran número de microorganismos que son capaces de estabilizar el residuo en un proceso de purificación natural controlado, en el que los microorganismos descomponen material orgánico soluble coloidal del residuo, comiéndose la materia orgánica. Para realizar este proceso natural en un tiempo razonable, es necesario un número muy grande de microorganismos en un recipiente. Los sistemas de tratamiento biológico son diseñados para mantener una gran masa activa de bacterias dentro del sistema. Este proceso puede realizarse mediante la puesta en suspensión del agua usada (fangos activados) o por medio de películas fijadas (lechos bacterianos).

Normalmente este proceso se realiza de forma aerobia, produciéndose la siguiente reacción simplificada:



La materia orgánica no biodegradable no se elimina (DQO).

La velocidad con la que se produce la oxidación biológica de la materia orgánica es proporcional a la materia orgánica presente, no oxidada, medida en términos de oxidabilidad. Matemáticamente, tenemos:



$$-\left(\frac{dL}{dT}\right) = K_1 \cdot L$$

Integrando:

$$L_t = L_0 \cdot 10^{-K_1 t}$$

Dónde:

- L_0 =DBO5, que es la oxidabilidad total de la materia orgánica presente inicialmente.
- L_t =oxidabilidad en el tiempo t.
- K_1 =logaritmo decimal de la constante de proporcionalidad, de la velocidad de reacción.

En el tiempo t, tenemos:

$$Y = (L_0 - L_t)$$

Sustituyendo L_t en la ecuación anterior, obtenemos:

$$Y_t = L_0 \cdot (1 - 10^{-K_1 t})$$

Si consideramos el déficit de oxígeno disuelto en el río (D), tenemos:

$$\frac{dD}{dt} = K_1 L - K_2 L$$

Donde K_2 representa la constante de re-oxigenación por vía física y K_1 la constante de desoxigenación por vía bioquímica.

Integrando la ecuación anterior, obtenemos:



$$dt = [(K \times L_0)/(K_1 - K_2)] \times (10^{-K_1 t} - 10^{-K_2 t}) + D_0 \times 10^{-K_2 t}$$

Esta es la ecuación de Street y Phelps.

2.3.3.2) Conceptos básicos de microbiología

El entendimiento de la forma, estructura y actividades bioquímicas de los microorganismos importantes es básico para el diseño de un proceso de tratamiento biológico o en la selección del tipo de proceso a utilizar.

En general, la mayoría de las células vivas son muy similares. Tienen una pared celular que puede ser una membrana rígida o flexible. Si son móviles, poseen generalmente flagelos o algunos apéndices de apariencia capilar. El interior de la célula contiene una suspensión coloidal de proteínas, carbohidratos y otros compuestos orgánicos complejos, llamado citoplasma. Cada célula contiene ácidos nucleicos, producto hereditario vital para la reproducción. La región citoplásmica contiene ácido ribonucleico (ARN), la misión del cual consiste en la síntesis de las proteínas. También en el interior de la pared celular encontramos el núcleo, rico ácido desoxirribonucleico (ADN), que contiene toda la información necesaria para la reproducción de todos los componentes de la célula. En algunas células este ADN está recubierto por una membrana por lo que el núcleo queda bien definido (células eucariotas). En otras el núcleo no está definido (procariotas).

Por tal de poder realizar sus funciones vitales adecuadamente un organismo ha de tener una fuente de energía y de carbono para poder sintetizar nueva materia celular. También son muy importantes elementos inorgánicos como el nitrógeno y el fósforo y otros que están en muy pequeñas cantidades como el azufre, el potasio, el calcio o el magnesio. Dos de las fuentes más corrientes del carbono celular para los microorganismos son el anhídrido carbónico y materia orgánica. Si un organismo



obtiene el carbono partir del anhídrido carbónico se dice que es un autótrofo, si no es un heterótrofo.

La energía también es necesaria para la síntesis de la nueva materia celular. En los organismos autótrofos la energía puede proporcionarla el sol, como en la fotosíntesis, o una reacción orgánica de oxidación-reducción. Si la energía es solar al organismo se le conoce como autótrofo fotosintético. Si es proporcionada por una reacción inorgánica de oxidación-reducción se le conoce como autótrofo quimiosintético. En los organismos heterótrofos la energía requerida para la síntesis celular procede de la oxidación o fermentación de la materia orgánica.

Los organismos pueden clasificarse también según su capacidad de utilizar el oxígeno. Los organismos aerobios solo pueden existir en presencia de oxígeno molecular. Los organismos anaerobios existen solo en un ambiente privado de oxígeno. Los organismos facultativos tienen la capacidad con o sin oxígeno libre.

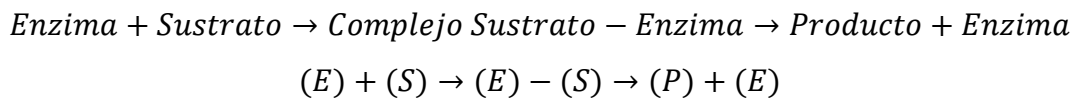
2.3.3.2.1) Fisiología de la célula

Como las bacterias son los microorganismos más frecuentes en el tratamiento biológico de las aguas. El proceso por el cual los microorganismos crecen y consiguen energía es complejo y difícil ya que existen muchas vías y ciclos. Las enzimas son proteínas simples o combinadas con una molécula orgánica o inorgánica de bajo peso molecular. Como catalizadores biológicos que son, las enzimas pueden aumentar en gran medida la velocidad de las reacciones químicas sin alterarse.

Existen dos tipos de enzimas: extracelulares e intracelulares. Cuando el sustrato o nutriente requerido por la célula no es capaz de atravesar la pared de la célula, la enzima extracelular convierte el nutriente en una forma tal que pueda ser transportado al interior de la célula. Las enzimas intracelulares contribuyen a la fotosíntesis y a las reacciones de energía dentro de la célula.



Las enzimas son conocidas por su grado de eficacia para convertir el sustrato en producto final. Una enzima puede actuar sobre una gran cantidad de nutrientes por minuto en producto final. También se caracterizan por su elevada especificidad por lo que la célula tendrá que producir una enzima distinta para cada nutriente. Una reacción enzimática general es del tipo:



La enzima funciona como un catalizador formando un complejo con el sustrato, el cual es seguidamente transformado en un producto y en la enzima original. En este punto el producto puede ser atacado por otra enzima. Se puede formar una secuencia de complejos y productos antes que se produzca el producto final. En una célula la transformación del sustrato original en el producto final se consigue con un sistema enzimático de este tipo, la actividad de las enzimas se ve sustancialmente afectada por el pH y la temperatura, así como por la concentración del sustrato. Cada enzima tiene un pH y una temperatura de trabajo.

Junto a las enzimas, se requiere energía para que puedan suceder las reacciones bioquímicas de la célula. En la célula se libera energía mediante la oxidación de la materia orgánica o inorgánica, o por reacción fotosintética. La energía liberada es captada y almacenada por ciertos compuestos orgánicos, siendo el compuesto más frecuente el adenosín trifosfato (ATF). La energía captada por este compuesto se utiliza en la síntesis, movilidad y mantenimiento de la célula. Cuando la molécula de ATF ha consumido su energía en las reacciones de síntesis y mantenimiento, cambia a un estado de menor energía denominado adenosín difosfato (ADF). Esta molécula puede entonces captar la energía liberada en la ruptura de la materia orgánica e inorgánica. Una vez conseguida, el compost adopta un estado energético mayor, constituyendo la molécula de ATF.



En resumen, el metabolismo total de las células bacterianas consiste en dos reacciones químicas de energía y síntesis. La primera reacción libera energía de manera que pueda proseguir la segunda reacción de síntesis celular. Ambas reacciones son el resultado de numerosos sistemas intracelulares y cada sistema consiste en muchas reacciones catalizadas por enzimas.

La energía liberada en la reacción de energía es captada por el sistema catalizado por enzimas, que incluye la molécula ATF, y transferida a través de esta a la reacción deficitaria de energía que es la reacción de síntesis.

En el caso de bacterias heterótrofas, únicamente una parte del residuo orgánico se convierte en producto final. La energía obtenida en esta reacción bioquímica se usa en la síntesis de la materia orgánica que queda en nuevas células. Si la materia orgánica del agua residual es limitada, habrá una disminución en la masa celular debido al uso de materia celular sin sustitución. Si esta situación continuara, todo lo que quedaría de la célula sería un residuo orgánico relativamente estable. Este proceso general de disminución de la materia celular se denomina respiración endógena.

2.3.3.2.2) Ciclo aerobio y anaerobio

Existen dos ciclos en la naturaleza que suponen el crecimiento y la descomposición de la materia orgánica:

- El ciclo aerobio, en el que el oxígeno se utiliza en la descomposición de la materia orgánica.
- El ciclo anaerobio, en el que se utiliza el oxígeno para la descomposición de la materia orgánica.



El nitrógeno y el azufre son partes integrantes de los ciclos, aunque no son los únicos, como se observa en los esquemas correspondientes de los dos ciclos que se adjuntan a continuación.

La parte de aerobio o anaerobio, como se observa en las figuras solo se refiere a la parte de descomposición de los ciclos. Es aquí donde la materia orgánica muerta se descompone por primera vez en productos iniciales e intermedios, antes que se produzcan los productos finales estabilizados. En los sistemas aerobios, los productos finales de degradación se oxidan más y por tanto quedan a un nivel menor de energía que los productos finales del sistema de degradación anaerobia. Por este motivo se libera mucha más energía en la degradación aerobia que en la degradación anaerobia. Como consecuencia, la degradación anaerobia es un proceso mucho más lento.

La parte izquierda del ciclo es la misma tanto para los sistemas aerobios como para los sistemas anaerobios. Esta parte comprende la formación o síntesis de la materia orgánica necesaria para la vida vegetal o animal.. a veces, y debido a la muerte o restos de la vida animal, existe materia orgánica muerta disponible en las descomposiciones bacterianas y el ciclo se vuelve a repetir.

La descomposición de residuos se acelera al controlar el medio de los microorganismos. Sin perjuicio del tipo de residuo que se trate, el proceso de tratamiento biológico consiste en controlar el medio requerido para un crecimiento óptimo de los microorganismos.

2.3.3.2.3)Crecimiento bacteriano

El control eficaz del medio ambiente en el tratamiento biológico de las aguas residuales se basa en el conocimiento de los principios básicos que gobiernan los microorganismos.



❖ CARACTERÍSTICAS DEL CRECIMIENTO

Las bacterias pueden reproducirse por escisión binaria, de forma sexual o por germinación. Generalmente, lo hacen por escisión binaria, es decir, por división, donde la célula original se transforma en dos nuevos organismos. El tiempo necesario para cada división, el tiempo de generación, puede variar desde días hasta 20 minutos. Esta es una cifra hipotética, ya que las bacterias no continúan dividiéndose indefinidamente a causa de diversas limitaciones ambientales, tales como:

- ✓ Concentración de sustrato.
- ✓ Concentración de nutrientes.
- ✓ Tamaño del sistema.

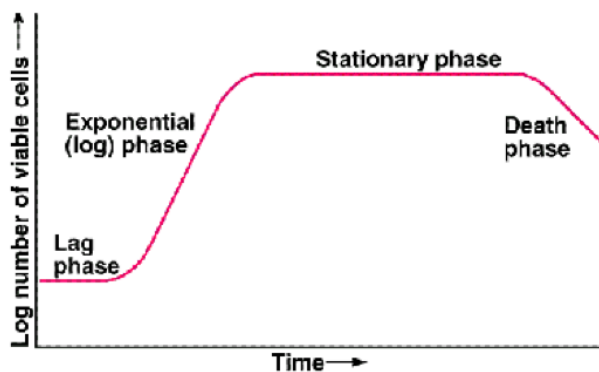


Figura 18: Gráfico del crecimiento en función del tiempo

El modelo de crecimiento basado en el número de células tiene más o menos cuatro fases diferenciables:

- Fase de retardo: después de la adición de un inóculo en un medio de cultivo, la fase de retardo representa el tiempo requerido para que los organismos se aclimaten a sus nuevas condiciones de vida.



- Fase de crecimiento exponencial: durante este periodo, la célula se divide a una velocidad determinada por su tiempo de generación y la capacidad de procesar el alimento (tasa porcentual de crecimiento constante).
- Fase estacionaria: en este caso la población permanece estacionaria. Las razones que se apuntan para este fenómeno son que las células ha agotado sus nutrientes necesarios para el crecimiento y que el crecimiento de nuevas células se regula con la muerte de células viejas.
- Fase de muerte logarítmica: durante esta fase, la tasa de muerte de las bacterias excede la producción de células nuevas. La tasa de muertas generalmente es función de la población viable y de las características ambientales. En algunos casos, la fase de muerte logarítmica es inversa a la fase de muerte exponencial.

El modelo de crecimiento puede discutirse según sea su variación con el tiempo de la masa de microorganismos. Este modelo de crecimiento se subdivide en tres fases:

- Periodo de crecimiento logarítmico: siempre hay una cantidad de alimento alrededor de los microorganismos. La tasa de metabolismo y crecimiento únicamente es función de la capacidad de los microorganismos de procesar sustrato.
- Fase de crecimiento decreciente: la tasa de crecimiento y por tanto la masa de bacterias disminuye por limitaciones en la disponibilidad del alimento.
- Fase endógena: los microorganismos se ven forzados a metabolizar su propio protoplasma sin reposición del mismo, ya que la concentración de alimento disponible está en mínimo. Durante esta fase, puede presentarse el fenómeno denominado lisis, según el cual los nutrientes que quedan en las



células muertas se difunden con el objetivo de proporcionar alimento a las células existentes (crecimiento críptico).

- Todo lo que se acaba de explicar se refiere a una única población de microorganismos. Frecuentemente las unidades de tratamiento biológico se componen de complejas poblaciones biológicas mezcladas e interrelacionadas, en las que cada microorganismo del sistema tiene su propia curva de crecimiento. La posición y forma de una curva particular de crecimiento en el sistema es función del tiempo, depende de la alimentación y de los nutrientes disponibles y de factores ambientales como la temperatura y el pH, tanto si el sistema es aerobio como anaerobio.

2.3.3.2.4. Cinética del crecimiento biológico

Las condiciones ambientales pueden controlarse mediante la regulación del pH, de la temperatura, adición de nutrientes y oligoelementos, adición o exclusión de oxígeno y también una mezcla correcta. El control de las condiciones ambientales asegurará que los microorganismos tengan el medio indicado donde poderse desarrollar.

Para asegurarse que los microorganismos crecen, se le ha de permitir que permanezcan en el sistema el tiempo suficiente para que se reproduzcan. Este periodo depende de la tasa de su crecimiento, la cual está en relación directa con la tasa con la que metabolizan o utilizan los residuos. Suponiendo que las condiciones ambientales están debidamente controladas, puede asegurarse una estabilización eficaz mediante el control de la tasa de crecimiento de los microorganismos.

Una relación desarrollada empíricamente entre el crecimiento biológico y la utilización del sustrato, que se utiliza con frecuencia en los sistemas biológicos es la siguiente:



$$\frac{dX}{dt} = Y \cdot \frac{dF}{dT} - K_d X$$

Dónde:

- dX/dt : tasa neta de crecimiento de los microorganismos, en masa por unidad de tiempo.
- Y : coeficiente de producción o de crecimiento, en masa de microorganismos/masa de sustrato utilizado.
- dF/dt : tasa de utilización del sustrato por los microorganismos en masa por unidad de tiempo.
- K_d : coeficiente de desaparición de los microorganismos en tiempo⁻¹.
- X : concentración de microorganismos, en masa/volumen.

Esta ecuación, u otras con pequeñas modificaciones, se ha ido utilizando con éxito por numerosos investigadores para describir los sistemas de tratamiento biológicos aerobios y anaerobios de residuos.

La tasa de utilización del sustrato puede aproximarse:

$$\frac{dF}{dt} = \frac{KXS}{K_s + S} = \frac{dS}{dt}$$

Dónde:

- K : tasa máxima de utilización de los sustratos por unidad de peso de microorganismos y por unidad de tiempo.
- K_s : concentración de sustrato por lo que la tasa de utilización del mismo por unidad de peso de microorganismos es la mitad de la tasa máxima, en masa/volumen.
- S : concentración del sustrato que rodea los microorganismos, en masa/volumen.



Cuando un microorganismo autótrofo sintetiza nuevo material celular, la fuente de carbono es el CO_2 . La fuente de energía para la síntesis celular es la luz o bien la liberada por una reacción inorgánica de oxidación-reducción.

Los nutrientes son a veces los factores limitantes del crecimiento y la síntesis celular en lugar del sustrato orgánico e inorgánico del agua residual. Las bacterias, como las células requieren nutrientes para el crecimiento, principalmente nitrógeno y fósforo, que no siempre se encuentran en cantidad suficiente en las aguas residuales. La adición de nutrientes en cantidades determinadas, puede ser necesaria para el crecimiento adecuado de las bacterias y la consecuente degradación de la materia residual.

2.3.3.3) TRATAM. AEROBIOS CULTIVO EN SUSPENSIÓN

El bajo rendimiento de los tratamientos físico químicos en la reducción de la materia orgánica disuelta, ha hecho que se desarrollen los procesos biológicos de manera, que hoy en día, es impensable hablar de agua depurada sin relacionarla con un tratamiento biológico mediante fangos activados. La existencia de un elevado número de plantas físico químicas nos indica simplemente que todavía estamos en una primera fase en la depuración de aguas residuales, por lo que serán necesarias sucesivas ampliaciones de estas plantas hasta llegar a la obtención de un efluente que no produzca ningún efecto nocivo sobre el medio receptor.

El tratamiento por fangos activos, que se denomina comúnmente biológico, es indudablemente el proceso biológico más extendido para el tratamiento de aguas residuales. Han surgido variantes del sistema básico convencional, los cuales dan al tratamiento una versatilidad que le permite adaptarse a un amplio campo de circunstancias operacionales.



2.3.3.3.1) TRATAMIENTO DE FANGOS ACTIVOS

Como cualquier tratamiento biológico, incluye el uso de microorganismos para descomponer y romper las cadenas orgánicas, con la formación al mismo tiempo de un fango floculado. Este tratamiento, similar a la autodepuración natural, se realiza por microorganismos aerobios y, por tanto, el control del oxígeno es de gran importancia.

El principio básico del proceso consiste en que las aguas residuales estén en contacto con un cultivo de población microbiana, en forma de suspensión floculante, en un sistema aireado y agitado. La materia en suspensión y la coloidal se eliminan rápidamente de las aguas residuales por adsorción y agregación a los flóculos microbianos. Esta materia y los nutrientes disueltos se descomponen después más lentamente por metabolismo microbiano, proceso conocido como estabilización. En este proceso parte del material nutriente se oxida a sustancias simples, como el anhídrido carbónico, en un proceso llamado mineralización, y parte se convierte en una nueva materia celular microbiana, llamada asimilación. Parte de la masa microbiana se descompone también de la misma manera, proceso denominado respiración endógena. El proceso de oxidación suministra la energía necesaria para la operación de los procesos de adsorción y asimilación.

Una vez se consigue el grado de tratamiento deseado, la masa microbiana floculada, conocida como fango, se separa del agua residual en el decantador secundario o clarificador.

La mayor parte del fango decantado se devuelve o recircula a la etapa de aireación para mantener la concentración de fangos en el tanque de aireación y para que actúe como inóculo microbiano. De esta forma se consigue un fango activado que es el que realiza las operaciones de depuración.

Parte de los fangos se extraen para mantener el sistema en equilibrio, proceso que se conoce con el nombre de purga de fangos. En un sistema equilibrado, el fango



purgado representa la cantidad neta de masa microbiana producida por asimilación en la etapa de aireación.

La alimentación de aguas residuales al tanque de aireación pasa normalmente por un proceso primario de tratamiento para disminuir la carga del efluente. No obstante, ciertas versiones del proceso de fangos activos se usan sin etapa primaria de tratamiento.

La concentración de nutrientes en las aguas residuales es suficiente para desarrollar un proceso biológico para fangos activos. Las aguas residuales industriales, que contienen un rango limitado de sustancias, pueden tener un balance nutritivo inapropiado para el metabolismo microbiano, y puede ser necesaria la adición de nutrientes suplementarios.

El balance de nutrientes necesarios ha de ser de 0,03 a 0,06 kg de nitrógeno por kg de DBO y de 0,07 a 0,01 kg de fósforo. Es decir, se ha de cumplir aproximadamente la relación entre el carbono-nitrógeno-fósforo de 100:5:1.

2.3.3.3.2) SISTEMAS DE AIREACIÓN PROLONGADA

Los sistemas de aireación prolongada se utilizan principalmente en pequeñas estaciones depuradoras (<500 m³/día) dada la sencillez de la operación.

El diagrama de flujo de una unidad convencional es el mismo esencialmente al del proceso de fangos activos, se diferencian en que éste no necesita ningún tipo de retratamiento (excepto rejas y tamices) ni sedimentación primaria.

El tiempo de residencia de los fangos es muy prolongado (más de 20 días), y de aquí su nombre, de tal forma que los fangos están totalmente en la fase de respiración endógena, donde la descomposición de los fangos excede el crecimiento de los mismos.



Se aplican largos tiempos de retención, de uno o dos días, por lo que la carga másica es muy baja (0,1 a 0,3kg DBO/kg SS) y el volumen del tanque de aireación muy superior (3-6 veces) al de un tanque de aireación convencional. Lógicamente, esto implica que su uso está limitado a estaciones depuradoras muy pequeñas (urbanizaciones, industria, etc.).

El elevado tiempo de retención permite reducciones de DBO₅ superiores al 95%, con lo que el efluente tiene una calidad excepcional.

La producción de fangos activos es de 0,2 a 0,3kg de sólidos por kg de DBO eliminada, valor muy bajo teniendo en cuenta que en un tratamiento biológico convencional la producción de fangos es aproximadamente de 0,5 kg SS/kg DBO. Esto es debido a que los fangos están poco activos al encontrarse en fase endógena.

La necesidad de oxígeno es de 1,25 kg O₂/kg DBO, un poco superior al convencional (1,1 kg O₂/kg DBO), aunque este incremento de coste energético queda compensado por el ahorro en el volumen de fangos, que normalmente se llevan a estaciones de secado, dado que el fango está prácticamente digerido (digestión aerobia), con poca tendencia a la putrefacción.

El bajo valor de carga másica puede producir el aumento de bacterias filamentosas y de espumas difíciles de retirar de los decantadores.

En el caso que exista oxígeno suficiente, se produce el efecto de nitrificación al ser la edad del fango elevada, por lo que existe la eliminación del NH₄⁺. Si bien, supone un aumento importante del consumo energético, disminuyen notablemente los riesgos de bulking, posiblemente al existir más oxígeno, o por la desaparición del amonio.

Este tipo de plantas depuradoras permite hacer frente a las oscilaciones de la carga al existir mayor reserva de oxígeno en el tanque de aireación.

El proceso se utiliza principalmente en el tratamiento de aguas lácteas y vertidos industriales con alto contenido orgánico.

2.3.3.3.3) CONTACTO-ESTABILIZACIÓN

El proceso de contacto-estabilización es una modificación del sistema de fangos activados.



Figura 19: Esquema contacto-estabilización

El agua residual se mezcla con el fango estabilizado y esta mezcla se somete a aireación en el tanque de contacto inicial en el cual el tiempo de retención es únicamente de 30 a 45 minutos. Durante este contacto inicial se separa una fracción apreciable de DBO, tanto en suspensión como disuelta mediante bioadsorción después de estar en contacto con el fango activo (de estabilización) y suficiente cantidad de oxígeno.

Se separa entonces el afluente clarificado y la purga del clarificador se hace en un tanque de estabilización donde se airea durante un tiempo de retención de 1,5 a 5 horas.



Durante este periodo de estabilización, la materia orgánica absorbida se degrada mediante degradación aerobia. El fango estabilizado abandona el tanque de estabilización en condiciones de inanición (fase de respiración endógena) y dispuesto, por lo tanto, absorber rápidamente residuos orgánicos en la fase de contacto, es decir, del agua de entrada. Este sistema es similar al de un selector en la depuración biológica convencional.

Debido a que únicamente el fango de reciclado se somete a aireación prolongada, este sistema permite una reducción notable del volumen de la balsa de aireación con respecto a un sistema convencional de fangos activados.

Los rendimientos globales de separación son un poco inferiores a los de un proceso convencional (80-90 %), por lo que se utilizan cuando el efluente está poco cargado, y especialmente cuando la mayor parte de DBO está en forma coloidal y en suspensión, ya que en este caso es más fácil la adsorción en la etapa de contacto.

Otra ventaja de este sistema es que la producción de fangos es muy inferior al de un tratamiento biológico convencional (fase de respiración endógena) y además no necesita pre-tratamiento ni decantación primaria.

Este sistema es muy útil para procesos industriales, ya que en el caso de vertidos fuertes no queda afectado el fango activo de estabilización sino simplemente el de contacto, por lo que son muy resistentes.

2.3.3.3.4) LAGUNAJE

Una laguna aireada es un estanque en el que se trata el agua residual que lo atraviesa de forma continua. Son balsas con profundidades de 1 a 4 m en las que la oxigenación de las aguas residuales se realiza normalmente mediante turbinas o difusores.



La diferencia entre las lagunas aireadas y los sistemas de fangos activos es que en este se hace una recirculación del fango como forma de controlar la cantidad de fango biológico en el reactor de agitación.

La concentración de sólidos en las lagunas es función de las características del agua residual y del tiempo de residencia. Esta concentración está comprendida entre 80 y 200 mg/l, que es muy inferior a la que se utiliza en los tratamientos de fangos activos convencionales (2000-3000 mg/l).

El nivel de turbulencia (agitación) en las lagunas es la base para su clasificación en dos categorías: de mezcla completa y lagunas facultativas.

Lagunas de mezcla completa

El nivel de turbulencia es suficiente para mantener los sólidos en suspensión y para proporcionar oxígeno disuelto a todo el volumen del líquido.

Los tiempos de residencia son normalmente inferiores a tres días, y los niveles de potencia de 0,007 CV por m³ de balsa. Los niveles de potencia en las unidades de fangos activos están alrededor de 0,07 CV por m³, es decir, valores aproximadamente 10 veces superiores a los requeridos en las lagunas aireadas.

Según los tiempos de retención, el efluente de salida tendrá de una tercera parte a la mitad de la DBO del efluente de entrada. Pero antes que el efluente de salida se descargue, los sólidos se tienen que eliminar por sedimentación.

Se puede observar que si los sólidos son retornados a la laguna, no existe diferencia entre este proceso y un proceso modificado de fangos activados. Esta operación suele realizarse, si es posible, para mejorar el rendimiento por adsorción durante los meses de invierno.



Es útil también tener un decantador primario, ya que la carga del efluente de entrada se reduce notablemente, alrededor de un 35 %.

En las lagunas aireadas no existe proliferación de algas, ya que la turbidez y los SS del agua impiden el paso de la luz.

Lagunas facultativas

En el caso de una laguna facultativa, aerobia-anaerobia, el contenido del estanque no está totalmente mezclado, y en la mayor parte de los sólidos entrantes y los sólidos biológicos producidos, sedimentan en el fondo de la laguna. Se presenta por tanto, una formación gradual de residuo que tiene que ser evacuado a intervalos de 1 a 10 años.

El nivel de turbulencia, a diferencia de las de mezcla completa, es insuficiente para mantener los sólidos en suspensión, solo hay la necesaria para suministrar el oxígeno disuelto en toda la masa del líquido. Parte de los sólidos decantan en el fondo donde sufren descomposición anaerobia. Los tiempos de retención superan normalmente los seis días y los niveles de potencia están normalmente comprendidos entre 0,001 y 0,007 CV por m³ de balsa, inferiores a los de mezcla completa.

La razón del número de lagunas facultativas es debida a que en este tipo de lagunas existen tres zonas:

- ✓ Zona superficial con bacterias aerobias.
- ✓ Zona anaerobia inferior de fangos.
- ✓ Zona intermedia, en parte aerobia, donde la descomposición de los residuos orgánicos se lleva a cabo por las bacterias facultativas.

Una disposición que puede resultar muy satisfactoria es la formada por una laguna de mezcla completa en la que se consume la mayor parte de la de la DBO soluble,



seguida por una laguna facultativa, diseñada fundamentalmente para la disminución de la DBO insoluble.

Las lagunas aireadas suelen ser usadas también como tratamiento terciario para mejorar la calidad del efluente biológico.

Para obtener efluentes de gran calidad es necesario un mayor tiempo de retención, o bien varias lagunas en serie.

2.3.3.4) TRATAMIENTOS AEROBIOS DE CULTIVO FIJO

Los procesos de tratamiento aerobios de cultivo fijo se utilizan, normalmente, para eliminar la materia orgánica que se encuentra en el agua residual. También para hacer el proceso de nitrificación (conversión del nitrógeno amoniacal en nitrato). Los procesos de este tipo incluyen los filtros percoladores, los filtros de pre-tratamiento o desbaste, los reactores biológicos rotativos de contacto (biodiscos) y los reactores de nitrificación de lecho fijo.

2.3.3.4.1) FILTROS PERCOLADORES

El filtro percolador consiste en un lecho formado por un medio sumamente permeable al que se adhieren los microorganismos y a través del cual pasa el agua residual. El agua se rocía uniformemente sobre el relleno mediante un distribuidor rotativo de flujo.

El medio filtrante puede estar formado por piedras (en ocasiones también escorias), o diferentes materiales plásticos de relleno. En caso de filtros percoladores con medio filtrante de piedra, el diámetro de las piedras suele oscilar entre 2,5 y 10 cm. La profundidad del lecho varía en cada diseño pero suele situarse entre 0,9 y 2,5 m. estos



filtros suelen ser circulares. Los filtros percoladores que utilizan lechos de material plástico pueden tener diversas formas: circulares, cuadrados... con profundidades comprendidas entre 4 y 12 m. se suelen utilizar tres tipos de medios filtrantes plásticos:

- ✓ Relleno de flujo vertical.
- ✓ Relleno de flujo transversal.
- ✓ Otras distribuciones.

Este tipo de filtros incorpora un sistema de drenaje inferior para recoger el líquido tratado y los sólidos biológicos que se hayan separado del medio. Este sistema es muy importante tanto por su acción colectora como por su acción aireadora. El líquido recogido se pasa a un tanque de sedimentación en el que se separan los sólidos y una parte se recircula al distribuidor rotatorio para diluir el agua residual entrante y para mantener la humedad de la película biológica.

La materia orgánica presente en el agua residual se degrada por la acción de los microorganismos adherida al medio. La capa de limo que se forma tiene un espesor comprendido entre 0,1 y 0,2 mm. Cuando los microorganismos crecen, aumenta el espesor de la película, y el oxígeno se consume antes que pueda atravesarla completamente por lo que se distinguen dos capas, una aerobia y otra anaerobia.

El espesor de la subcapa aerobia es función del agua residual aplicada y de su DBO. Cuanto mayor es la DBO del influente, menor será el espesor de esta capa ya que se da un consumo más rápido de oxígeno. Por otro lado, los caudales elevados favorecen el mantenimiento de una subcapa aerobia más espesa debido al oxígeno disuelto suministrado con el influente pulverizado. En los filtros modernos, el caudal se regula para asegurar un espesor uniforme de la película biológica ya que el proceso biológica aerobio tiene lugar en esta subcapa: el sustrato se oxida parcialmente para proporcionar la energía necesaria por el proceso biológica y la otra parte se destina a sintetizar nuevo material de constitución del limo.



En la subcapa anaerobia, la degradación tiene lugar con la formación de ácidos orgánicos, H_2S y CH_4 .

Si la capa de limo supera los 2mm puede presentarse una obstrucción del relleno, perjudicando el flujo del agua residual y la transferencia de oxígeno a los microorganismos aerobios. De todas formas, la capa de limo es, en cierta medida, autorregulante, ya que a medida que aumenta el espesor, los microorganismos asociados a la superficie del relleno quedan sin la alimentación suficiente y tienden a pasar a la fase de respiración endógena en la que pierden la capacidad de adherirse a la superficie del medio y se desprende. En estas condiciones, el líquido arrastra la película y se inicia el crecimiento de una nueva capa biológica.

Para rendimientos en la disminución de la DBO de aproximadamente el 60 %, normalmente los filtros percoladores son más económicos que el proceso de fangos activados. En el caso de rendimientos superiores al 90% en la DBO, el proceso de fangos activados es más económico debido a que el coste del material de relleno podría resultar muy elevado. Esto sugiere la posibilidad de combinar ambos tratamientos en algunos casos. También en el caso de estaciones depuradoras de instalaciones industriales este sistema es más ventajoso que el de fangos activados ya que se trabaja con valores de la DBO muy altos y sin necesidad que el vertido tenga una calidad excesiva para llevar al alcantarillado.

Dado que las normativas de calidad del efluente tratado son muy restrictivas, el uso de filtros percoladores no es muy común en el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Algunas ventajas de los filtros sobre el proceso de fangos activados son:

- ✓ No es necesaria energía para la aireación (sí para el bombeo).
- ✓ Es de operación más sencilla.



- ✓ Recuperación rápida en los cambios bruscos de la DBO.
- ✓ Menos sensibles a la presencia de sustancias tóxicas.

2.3.3.4.2) BIOREACTORES

Los biodiscos o birreactores están formados por una serie de discos no muy separados, normalmente fabricados de poli-estireno o cloruro de polivinilo con un diámetro de 3 a 4m, estos discos se mantienen paralelos entre sí y unidos a un eje horizontal que pasa a través de sus centros. Los ejes tienen una longitud de aproximadamente 7m y pueden alojar de esta manera un gran número de discos.

La superficie del disco está aproximadamente sumergida en un 40% y giran lentamente a una velocidad de 1-2rpm. Se forma gradualmente un limo biológico de 1 a 3mm de espesor que se deposita en su superficie. La rotación de los biodiscos pone la biomasa en contacto, de forma alternativa, con la materia orgánica presente en el agua residual y con la atmósfera, por la adsorción del oxígeno. La rotación del disco induce a la transferencia de oxígeno y mantiene la biomasa en condiciones aerobias y también es el mecanismo de eliminación del exceso de sólidos en los discos por medio de los esfuerzos cortantes que origina y sirve para mantener en suspensión los sólidos arrastrados.

Hay que tener en cuenta que existe el riesgo de congelación del limo en climas fríos, al estar expuesta al aire una gran superficie húmeda. En este caso, se puede utilizar en edificios cerrados, lo que supondrá un incremento del coste.

Se pueden utilizar diversos biodiscos en serie para conseguir elevadas calidades de efluente, desde 10 hasta 20ppm de DBO en la última etapa. Así, si están correctamente dimensionados constituyen un sistema muy fiable debido a la gran cantidad de biomasa presente y este hecho les permite resistir mejor las sobrecargas hidráulicas y orgánicas.



Las ventajas respecto a los fangos activados son las siguientes:

- ✓ Bajo consumo de energía.
- ✓ Mantenimiento más sencillo.
- ✓ Discos adicionales para necesidades puntuales.
- ✓ No necesita recirculación de biomasa.
- ✓ Buenas características de sedimentación de la biomasa en la clarificación secundaria.

2.3.3.5) TRATAMIENTO DE LOS FANGOS

Los cuerpos contaminantes y sus productos de transformación, retirados de la fase líquida de cualquier tipo de tratamiento de agua, cualquiera que sea su naturaleza, se reúnen finalmente en suspensiones más o menos concentradas, denominados fangos.

La característica común de todos los fangos es que constituyen un residuo líquido viscoso, de valor escaso o nulo. Por otro lado, todos son fermentables y pueden producir olores nauseabundos, por lo que es necesario su tratamiento antes de su vertido al medio natural.

☒ Normalmente los fangos se presentan en forma líquida o líquida semisólida conteniendo entre el 0.25-12 % de sólidos.

2.3.3.5.1) CARACTERÍSTICAS DEL FANGO

Los fangos resultantes de la separación sólido-líquido (decantación) se conocen como fangos primarios, y los provenientes de los procesos biológicos como fangos secundarios.



Una fracción importante de las sustancias que se separan en los procesos de tratamiento de aguas residuales se encuentra finalmente en los fangos. En el caso de los fangos primarios, entre un 30% (decantación primaria) y un 60% (fisicoquímico) de la DBO soluble del efluente de entrada se separa en los fangos del sedimentador primario como DBO insoluble. En las plantas de fangos activados, alrededor de dos tercios de la DBO soluble separada corresponde a compuestos orgánicos oxidados (CO_2) para producir la energía de mantenimiento, pero el tercio restante corresponde a las células microbianas que se encuentran en el fango en exceso purgado.

Para reducir este contenido orgánico de putrefacción, se somete a los fangos a una digestión anaerobia o aerobia. El fango resultante de la digestión, con un contenido considerablemente inferior en materia orgánica, se denomina fango estabilizado. Los objetivos de la estabilización son:

- ✓ Reducción o eliminación de olores molestos.
- ✓ Reducción de la materia orgánica.
- ✓ Reducción de los microorganismos patógenos.

Por otro lado, dado el elevado volumen de fangos a tratar, son necesarias una serie de operaciones para reducir este volumen. Estos procesos incluyen básicamente:

- ✓ Espesamiento (concentración del fango).
- ✓ Deshidratación del fango.

En resumen, el tratamiento del fango dado su volumen y composición, supone un problema grave para la solución final, además del elevado porcentaje de coste que supone el tratamiento del agua residual.

Los parámetros básicos que caracterizan la naturaleza del fango son los siguientes:



- ✓ Concentración en materia seca (MS): se expresa generalmente en ppm o en % y se determina por secado a 105 °C.
- ✓ Contenido en materias volátiles (MV): se expresa en % en peso de materia seca, determinándose por calcinación de éstas en un horno a 500-550 °C. su valor se aproxima al contenido en materia orgánica.

2.3.3.5.2) Dificultades operacionales con el fango

Los problemas más frecuentes en el funcionamiento de una planta de fangos activados son el fango ascendente, el fango voluminoso (bulking) y la Nocardia.

➤ FANGO ASCENDENTE

A veces, el fango con buenas características de sedimentación sube a la superficie y flota en ella, después de un periodo de sedimentación relativamente corto. La causa. La causa de este fenómeno es la desnitrificación, los nitritos y los nitratos del agua residual se convierten nitrógeno gaseoso. Cuando se forma este gas en el fango, una gran parte queda atrapada en la masa del fango. Si se forma suficiente gas la masa se vuelve ligera y sube o flota a la superficie. El fango que sube se puede distinguir porque se observa la presencia de pequeñas burbujas de gas adheridas a los sólidos que flotan.

Los problemas que presenta el fango ascendente se pueden solucionar:

- ✓ Aumentando el caudal de bombeo del fango activado al retorno.
- ✓ Disminuyendo el caudal de líquido mezcla en el tanque de sedimentación, sino, se puede reducir la profundidad del fango en el tanque, aumentando el caudal de extracción de fango activado de retorno.



- ✓ Aumentando la velocidad del mecanismo colector de fango en los tanques de sedimentación.
- ✓ Disminuyendo el tiempo medio de retención celular aumentando el caudal de purga de fango.

➤ **FANGO VOLUMINOSO (BULKING)**

Un fango voluminoso es aquel que posee malas características de sedimentación y de compactibilidad. Los tipos principales de fango voluminoso son: el causado por el crecimiento de organismos filamentosos u organismos que pueden crecer de forma filamentosa en condiciones adversas, y el otro es el causado por el agua ligada al flóculo, a la que las células bacterianas que componen éste se inflan por la adición de agua hasta tal punto que reducen su densidad y no sedimentan. Las causas pueden ser las características físicas y químicas del agua residual (fluctuaciones del caudal, pH, temperatura, grado de septicidad, contenido de nutrientes y naturaleza de los componentes), las limitaciones del diseño de la planta de tratamiento (capacidad de suministro de aire, diseño del clarificador, limitaciones de la capacidad de bombeo del fango de retorno, formación de cortocircuitos y un mal grado de mezclado) y mala operación de la planta (poco oxígeno disuelto en el tanque de aireación, sobrecarga de materia orgánica de los tanques de aireación y operación del clarificador final).

➤ **NOCARDIA**

En plantas de fangos activados, la formación de una espuma viscosa, marrón, que cubre los tanques de aireación y los decantadores secundarios ha provocado problemas de seguridad, efluentes de baja calidad y malos olores. La formación de esta espuma está asociada a la presencia de un organismo filamentosos de crecimiento lento del grupo de los actinomicetos, normalmente de la familia Nocardia. Algunas de las probables causas de los problemas provocados por esta espuma son:



- ✓ Relaciones F/M bajas en los tanques de aireación.
- ✓ Concentraciones elevadas de sólidos suspendidos en el líquido mezcla (aumentando por tanto la edad del fango) debido a una purga de fango insuficiente.
- ✓ Reaireación del fango.

El suministro de mayores cantidades de aire para cubrir la mayor demanda de oxígeno generada por las elevadas concentraciones de SSLM tenderá a expandir la espuma y a agravar el problema.

Las posibles medidas para el control de la Nocardia incluyen:

- ✓ Reducción de la edad del fango.
- ✓ Reducción del suministro de aire para reducir el espesor de la capa de la espuma.
- ✓ Incorporación de un selector para controlar el crecimiento de organismos filamentosos.
- ✓ Inyección de un aditivo que provoca la mutación de bacterias.
- ✓ Cloración del fango de retorno.
- ✓ Rociado del pH del líquido de mezcla por adición de productos químicos o iniciando el proceso de nitrificación.

El método más utilizado para el control de la Nocardia es la reducción de la edad de fango.

2.3.3.5.3) Pre-tratamientos de fangos

Antes de las operaciones de deshidratación o secado de fango, éste tiene que ser bombeado, tamizado y espesado para reducir la masa de agua a tratar y proporcionar



una alimentación relativamente constante y homogénea en las instalaciones de tratamiento de fangos.

El bombeo de fangos se suele hacer con bombas volumétricas ($V=\text{constante}$) de desplazamiento positivo denominadas “bombas mono”. Estas bombas tienen un caudal constante, por lo que no sufren variaciones según la diferente concentración del fango. Están constituidas por un rotor de aleación metálica que gira alrededor de una coraza de goma denominada estator. El problema principal es que no pueden funcionar al vacío, ya que el estator se funde por sobrecalentamiento. El rotor es muy duradero y solamente se ralla, al igual que los rodillos en las bombas centrifugas, debido al rozamiento con la arena.

Antes de llegar al espesador, los fangos normalmente son tamizados (si no existen tamices en el pre-tratamiento) para evitar el paso de sólidos gruesos en las siguientes etapas del tratamiento. Esta criba se puede realizar con tamices fijos o rotatorios.

El espesado de los fangos, que es necesario para ahorrar costes en las etapas de tratamiento posteriores, se realiza por medios físicos, incluida la sedimentación por gravedad (decantación), por flotación en aire disuelto o por centrifugación.

ESPESADO POR GRAVEDAD

El espesado por gravedad se realiza en un tanque de diseño similar al de un tanque de sedimentación convencional. Normalmente, se utiliza un tanque circular. El fango diluido se conduce a una cámara de alimentación central y a continuación sedimenta y se compacta extrayéndose el fango espesado desde el fondo del tanque. Los mecanismos convencionales de recogida del fango consisten en puentes rascadores del fondo o bien mediante puentes giratorios dotados de piquetas verticales que agitan el fango suavemente dando lugar a la apertura de canales para el escape del agua promoviendo, su compactación. El flujo continuo del sobrenadante producido se devuelve al tanque de decantación primaria. El fango espesado que se recoge en el



fondo del tanque de decantación es bombeado a los digestores o al equipo de deshidratación.

El consumo de energía necesaria para este tipo de concentraciones de fangos es muy inferior al necesario para la flotación, por lo que son más utilizados a excepción de aquellos casos en que no sea posible la decantación del fango.

La carga del espesador se calcula de forma similar que un decantador primario, por lo que son menores en superficie debido al menor caudal que circula por ellos. Es conveniente que los espesadores se construyan con suficiente altura, con la finalidad de facilitar la concentración del fango por el propio peso de la masa sólida. Una altura de 3.5 m representa un mínimo para fangos de aguas residuales urbanas. Por otro lado, cuanto más grande sea esta altura mayor es la capacidad de almacenado de fangos del espesador.

El inconveniente de los espesadores, además de exigir una inversión en obra civil suplementaria, es la producción de malos olores y un aspecto poco agradable. Por este motivo, es normal que estos depósitos estén cubiertos.

ESPESADO POR FLOTACIÓN

Hay cuatro variantes básicas del espesado por flotación: flotación por dispersión de aire, flotación por aire disuelto, flotación al vacío y flotación biológica. Pero solo la flotación por aire disuelto tiene uso generalizado en EEUU. En la flotación por aire disuelto el aire se disuelve en el agua, manteniendo la solución a una presión elevada. Cuando se despresuriza la solución, el aire disuelto se libera en forma de burbujas finamente divididas que arrastran el fango hasta la parte superior desde donde es extraído. En los lugares donde las heladas puedan ser un problema, los espesadores por flotación se ubican generalmente en el interior de un edificio dotado de calefacción.



El uso más eficaz del espesador por flotación se consigue con los fangos con excesos procedentes de los procesos de tratamiento biológicos de cultivos en suspensión, como el proceso de fangos activados. El grado de espesado depende de la concentración inicial del fango. Las concentraciones finales mayores se obtienen con fangos mas diluidos.

Esta técnica tiene la ventaja de la reducción de superficie y el volumen de los tanques de espesado y la obtención, con fangos activados, de concentraciones superiores a las obtenidas por espesado estático.

En los procesos biológicos es extraño pasar del 2 % en M.S. mediante el espesado por gravedad, mientras por el de flotación se llega a un 3-4 %, que son valores normales obtenidos en los fangos primarios por gravedad.

Es difícil de todas formas predecir la concentración de MS obtenida por cualquier sistema de espesado, ya que depende básicamente del agua residual y el fango a tratar, pero está claro que el fango activado es muy difícil de espesar por gravedad, aunque la mayoría de depuradoras biológicas han utilizado este sistema. En la actualidad, prácticamente todas las depuradoras biológicas se construyen con espesadores por flotación.

Como contrapartida, esta técnica exige gastos de explotación elevados (consumo eléctrico) y no permite un gran almacenaje de fangos espesados.

La adición de poli-electrolito catiónico mejora el rendimiento de la instalación, consiguiendo secados del orden del 4-6%.

La carga hidráulica del flotador puede ser superior que en el espesado por gravedad y está alrededor de 3 m³/h.



ESPESADO POR CENTRIFUGACIÓN

Las centrífugas se utilizan tanto para espesar como para deshidratar fangos. Su aplicación se limita generalmente al fango activado en exceso. El espesado por centrifugación supone la sedimentación de las partículas del fango bajo influencia de las fuerzas centrífugas. Los tres tipos básicos de centrífugas normalmente disponibles para el espesado de fangos son la centrífuga de discos, la de camisa maciza y la de cesta.

El funcionamiento de la centrífuga de discos es continuo. La centrífuga consiste en una unidad, montada verticalmente, que contiene varios discos cónicos superpuestos. Cada disco actúa como una centrífuga independiente de baja capacidad. El líquido asciende entre los discos finos y el eje central sufriendo una clarificación gradual mientras que los sólidos se concentran en la periferia de la camisa, descargándose a través de unas boquillas. Dado el pequeño tamaño de las aperturas de las boquillas, estas unidades tienen que ir precedidas por un equipo de dilaceración y desbaste del fango para prevenir obturaciones.

La centrífuga de camisa es también de funcionamiento continuo. Consiste en una camisa maciza montada horizontalmente con forma troncocónica en un extremo. El fango se introduce en forma continua en la unidad y los sólidos se concentran en la periferia. El fango acumulado es arrastrado por medio de un tornillo helicoidal que gira a velocidad ligeramente diferente a la de la camisa, hacia el extremo troncocónico donde se produce una concentración adicional de los sólidos que son seguidamente descargados de la unidad.

La centrífuga de cesta funciona de forma discontinua. El fango líquido se introduce en una camisa giratoria montada verticalmente. Los sólidos se acumulan contra la pared de la camisa produciéndose la decantación del líquido. Cuando se ha llegado a la capacidad de captura de sólidos de la máquina, se reduce la velocidad de la camisa y se posiciona un rascador en la misma para la extracción de los sólidos acumulados.



Los costes de mantenimiento y energético del proceso de espesado por centrifugación pueden ser importantes. Por tanto, el proceso es solamente aplicable en plantas grandes (por encima de 0.2 m³/s) en las que el espacio sea limitado y donde se disponga de operadores cualificados, o bien para fangos que son difíciles de espesar por métodos más convencionales.

2.3.3.5.4) TRATAMIENTO DEL FANGO

ESTABILIZACIÓN

Los fangos se estabilizan por:

- Reducir los gérmenes patógenos.
- Eliminar los olores desagradables.
- Inhibir, reducir o eliminar su potencial de putrefacción.

Hay cuatro medios de eliminar estas condiciones perjudiciales a través de la estabilización.

- La reducción biológica del contenido volátil.
- La oxidación química de la materia volátil.
- La adición de productos químicos al fango para evitar la supervivencia de los microorganismos.
- La aplicación de calor con objeto de desinfectar o esterilizar el fango.

Las tecnologías disponibles para la estabilización del fango incluyen la oxidación con cloro, la estabilización con cal, el tratamiento térmico, la digestión anaerobia y la digestión aerobia.



Para la estabilización de los fangos por vía biológica (aerobia o anaerobia), es necesario realizar obras de importantes dimensiones. Cuando se tiende preferentemente a reducir los gastos de primera instalación o cuando no se tiene otra opción, puede disminuirse notablemente el poder fermentable mediante la adición de agentes químicos.

Esta aportación de reactivos no modifica la cantidad de materias orgánicas biodegradables, sino que realiza esencialmente una acción bactericida. Por su reducido coste, la cal es el reactivo que más se utiliza. La aportación de cal, no produce el mismo efecto, según se realice sobre fangos o fangos deshidratados.

En el caso de fangos líquidos, se consigue la elevación del pH y el bloqueo de las fermentaciones nauseabundas. Con esto también se mejora la capacidad de deshidratación del fango. Las dosis utilizadas para fangos frescos son del orden del 10% de la cantidad de materia seca. Este hecho produce la alcalinización de los fangos hasta un pH superior a 11, lo que hace disminuir notablemente el contenido de bacterias y la desaparición de gérmenes patógenos.

El principal problema de este tipo de tratamiento es el desprendimiento de NH_3 , que provoca olores molestos.

En el caso de fangos deshidratados, la estabilización con cal viva es mucho más duradera, ya que las fermentaciones ácidas se desarrollan con gran dificultad en el fango seco. Como contrapartida, la mezcla fango-cal, es mucho más difícil de conseguir al tratarse de productos sólidos.

Dada la gran importancia de los procesos de digestión aerobia y anaerobia los explicamos más detalladamente a continuación:



➤ DIGESTIÓN AEROBIA

La digestión aerobia es un proceso en el cual se produce una aireación durante un periodo largo de tiempo (10-15 días), una mezcla de fango de la sedimentación primaria y del fango del tratamiento biológico, con el resultado de una destrucción de células (respiración endógena) y una disminución, por tanto, del contenido en sólidos en suspensión volátiles (MV).

Cuanto mayor sea la proporción de los fangos primarios, más lenta es la digestión, ya que la relación alimento/microorganismo disminuye (alta DBO).

Teniendo en cuenta que la digestión aerobia de fangos tiene lugar en la fase de respiración endógena, no hay prácticamente disminución de la DBO soluble. El objetivo fundamental de la digestión aerobia es la reducción de la masa volátil del fango a evacuar, más que la reducción de la DBO soluble.

Respecto a la digestión anaerobia, este sistema tiene la ventaja que los tiempos de residencia son mucho menores, cosa que significa menores inversiones en volumen de construcción, así como una instalación poco complicada. Resulta, que tiene un coste de energía asociado al suministro de oxígeno necesario (0.021 kWh/m³ de tanque).

El contenido de oxígeno oscila entre 1 y 2 ppm, aunque en dosis superiores se consigue un mejor rendimiento. Las reducciones típicas de sólidos volátiles varían del 35 al 45 % en verano, y en invierno estos valores disminuyen (20- 35%).

➤ DIGESTIÓN ANAEROBIA

La digestión anaerobia es una fermentación en ausencia de oxígeno que estabiliza la materia orgánica transformándola en gas metano y CO₂.

Un primer grupo bacteriano transforma los compuestos orgánicos complejos en otros más simples (acético, propiónico y butírico), los cuales sirven de alimento a un segundo grupo, denominado, bacterias mecánicas.



Estos últimos son los organismos clave de la digestión anaerobia. Se desarrollan muy lentamente y son muy sensibles a las variaciones de temperatura y de pH (6.8-7.2).

Normalmente el fango se calienta mediante un intercambiador de calor hasta la temperatura de 35 °C, temperatura de mayor actividad para las bacterias mecánicas.

El gas producido se compone esencialmente de CH₄ (70 %) y O₂ (25 %). El resto de gases se encuentran en muy pequeña proporción (CO, N₂, SH₂). La producción de gas es el criterio más representativo de la calidad de la digestión.

Es importante también una agitación intensiva en el digestor, que multiplica el encuentro de los microorganismos con la materia a degradar y homogeniza la masa de los fangos. Por este motivo se obtienen mejores resultados en el laboratorio que a escala real.

El tiempo de residencia ha de ser muy alto, del orden de 30 días o más, y teniendo en cuenta que únicamente la mitad del volumen del digestor es útil, los digestores anaerobios tienen un coste de construcción muy elevado. Por otro lado, tenemos que asegurarnos que no existen fugas hidráulicas y que existen los mínimos riesgos debido al gas metano. Todo esto hace que la explotación de estos digestores sea delicada y difícil.

En invierno es más normal el calentamiento del fango y en verano normalmente no es necesario. Por este motivo los gastos de explotación son inferiores en la digestión aerobia. Se consiguen reducciones en volátiles del 40-50 % a pleno rendimiento.

El gas producido se quema y en algunos casos se utiliza como productor de energía suplementaria en la propia planta.



2.3.3.5.5) ACONDICIONAMIENTO

El acondicionamiento del fango se hace con la finalidad de mejorar sus características de deshidratación. Los dos métodos más frecuentemente utilizados suponen la adición de productos químicos y del tratamiento térmico. Se tienen que estudiar también las posibilidades que ofrecen la congelación y la irradiación. La elutriación, operación física de lavado, se utiliza para reducir la cantidad necesaria de producto químico de acondicionamiento.

❖ ACONDICIONAMIENTO QUÍMICO

El uso de productos químicos para acondicionar el fango para su deshidratación resulta económico por el mayor rendimiento y flexibilidad obtenidos. El acondicionamiento químico tiene como resultado la coagulación de los sólidos y la liberación del agua absorbida. El acondicionamiento se hace antes de la filtración al vacío y la centrifugación. Los productos químicos utilizados son cloruro férrico, cal, sulfato de alúmina y polímeros orgánicos.

Los productos químicos se aplican fácilmente en forma líquida. Se necesitan tanques de disolución si los productos llegan en forma de polvo. Estos tanques son suficientemente grandes como para contener el suministro de un día de productos químicos, tienen que haber dos. Están forrados de material anticorrosivo, como PVC, polietileno y caucho para soluciones ácidas. Las bombas medidoras son anticorrosivas y generalmente son de desplazamiento positivo con accionamiento de velocidad variable y de carrera regulable para controlar el caudal.

La dosis de producto químico requerida para cualquier tipo de fango se determina en el laboratorio mediante ensayos del tipo filer-leaf.

El mezclado íntimo del fango y del coagulante es esencial para un acondicionamiento correcto. El mezclado no tiene que romper el flóculo después de haberse formado y el tiempo de retención tiene que ser mínimo, de forma que el fango llegue al filtro tan pronto como sea posible una vez acondicionado.



❖ **ELUTRIACIÓN**

La elutriación es una operación unitaria en la que se mezcla íntimamente un líquido o mezcla de sólido y líquido con otro líquido con objeto de transferir ciertos componentes desde la mezcla a los componentes añadidos. Un ejemplo típico es el lavado del fango digerido antes de su acondicionamiento químico para eliminar ciertos componentes solubles orgánicos e inorgánicos, que consumirían grandes cantidades de productos químicos.

El coste de la operación de lavado del fango en general es mayor que la compensación debida al ahorro resultante de una menor demanda de productos químicos para el acondicionamiento actualmente esta operación está en desuso.

❖ **TRATAMIENTO TÉRMICO**

El tratamiento térmico es un proceso de acondicionamiento que consiste en calentar el fango durante cortos periodos a baja presión. El tratamiento térmico da como resultado la coagulación de los sólidos, ruptura de la estructura del hiel y una reducción de la afinidad para el agua por parte de los sólidos del fango. Este proceso tiene mayor aplicación en los fangos biológicos que pueden ser difíciles de estabilizar o adicionar por otros medios. Los altos gastos de inversión del equipo limitan, generalmente su uso en grandes plantas (más de 0.2 m³/s) o instalaciones en las que el espacio sea reducido.

2.3.3.5.6) DESINFECCIÓN

La desinfección del fango está adquiriendo una gran importancia debido a que la utilización de esta materia está ganando cada vez mayor aceptación. La aplicación del fango al terreno exige disminuir al máximo el riesgo de contacto con organismos patógenos por razones de protección de la salud pública.



Hay muchos medios para destruir los organismos patógenos presentes en los fangos líquidos y deshidratados. Los métodos que se señalan a continuación se han utilizado para conseguir una reducción superior a la obtenida por medio de estabilización:

- a) Pasteurización durante 30 min a 70 °C.
- b) Tratamiento a pH elevado, normalmente con cal, a un pH por encima de 12,0 durante 3 horas.
- c) Almacenaje a largo plazo del líquido digerido (60 días a 20°C o 120 días a 4 °C).
- d) Compostaje completo a temperaturas superiores a 55°C y curado por almacenaje durante un mínimo de 30 días.
- e) Adición de cloro para estabilizar y desinfectar el fango.
- f) Desinfección con otros productos químicos.
- g) Desinfección por radiación de alta energía.

2.3.3.5.7) DESHIDRATACIÓN

La deshidratación del fango tiene por objetivo la reducción del volumen de agua hasta conseguir que ésta se pueda manipular como un semisólido en lugar de como un líquido.

El encarecimiento de las tasas de vertido y del transporte de fangos ha hecho que se desarrollen técnicas sofisticadas para conseguir una mayor sequedad.

Los procesos de deshidratación de fangos son los siguientes:

FILTRACIÓN AL VACÍO

La función de la operación unitaria de filtración al vacío consiste en reducir el contenido de agua presente en un fango tanto crudo, digerido o elutriado, de forma



que el contenido en sólidos aumente desde el intervalo 5-10 % al 20-30 %. Con éstos últimos porcentajes de contenido de materia seca, el fango tiene la consistencia de una coca húmeda, fácilmente manejable.

CENTRIFUGACIÓN

El proceso de centrifugación es muy utilizado, debido al coste relativamente bajo del equipo y de bajo mantenimiento.

Las centrífugas utilizadas para el espesamiento ya se han explicado en un apartado anterior (camisa maciza, de cesta y de discos). La deshidratación del fango puede conseguirse por medio de centrífugas de camisa maciza y de cesta.

Las centrífugas consiguen aceleraciones de 1000 a 3000 de la gravedad, y necesitan de la adición de poli-electrolitos catiónicos para un mayor rendimiento. Los valores de sequedad y consumos habituales son los siguientes:

tratamiento	sequedad	Consumo polielectrolito
Fisicoquímico	20-30 %	3-4 kg/TMS
Biológico	15-25 %	6-8 kg/TMS

Tabla 9: Tabla relación cantidad polielectrolito por tratamiento utilizado

En las depuradoras biológicas se pueden utilizar centrífugas sin adición de poli-electrolito en sustitución de los espesadores por flotación.



FILTROS PRENSA

La utilización de filtros prensa está restringida a plantas depuradoras grandes debido a su elevado coste. Son también complicadas tanto de mantenimiento como de operación, pero tiene la ventaja de duplicar la sequedad del fango (35- 50%), con el consiguiente ahorro de explotación.

Necesitan la adición de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ como condicionante hasta $\text{pH} > 11$, y en algunos casos también de FeCl_3 . No necesitan la adición de poli-electrolito.

Un filtro prensa se compone de una serie de placas yuxtapuestas de medidas hasta 2m de lado, de un número incluso superior a 100, por lo que se pueden conseguir cargas de hasta 10 TM de fango. Sobre las dos caras acanaladas de estas placas se aplican telas filtrantes. Los fangos a filtrar se cargan en las cámaras creadas entre dos placas contiguas.

Posteriormente se aplica una presión de 10-15 kg/cm^2 que se mantiene durante una hora, forzando al agua a que pase a través de la tela filtrante. Finalmente, las placas filtrantes se separan cayendo las cocas de fango que tienen un grueso de 3 a 4cm. La duración total del filtrado es de unas 3 horas.

FILTROS DE BANDA

Este sistema de filtración se adapta principalmente a instalaciones pequeñas o medianas. Obtienen sequedades un poco superiores a las centrifugas, pero su coste es superior y su mantenimiento es más complejo y delicado.

El fango acondicionado con poli-electrolito, se distribuye sobre una tela filtrante y es prensado por un tambor formándose una coca de fango seca mientras el agua pasa por la tela filtrante o banda.



Los consumos de poli-electrolito son un poco inferiores a los de las centrifugas y la sequedad obtenida para un mismo tipo de fango es de un 3-5% superior, no compensa su elevado coste y los problemas de mantenimiento en muchos casos (descentrado, ruptura y obstrucción de la banda). Se tiene que estudiar muy bien si la instalación es, o no, económica.

ERAS DE SECADO

El secado de fangos en eras exige grandes extensiones de terreno y se utiliza especialmente en instalaciones pequeñas.

Por razones lógicas, esta deshidratación natural se tiene que realizar a los fangos bien estabilizados y no putrescibles (oxidación total).

Los rendimientos obtenidos son muy variables, y dependen esencialmente de la climatología. Puede obtenerse una mejora del rendimiento mediante un acondicionamiento químico (principalmente poli-electrolito catiónico), que reduce también el tiempo de residencia, que generalmente es de un mes.

Las eras de secado están constituidas por una capa de 10cm de arena y de 0,5 a 1.5mm, dispuesta sobre una capa soporte de 20cm de grava de 15 a 25mm.

Por debajo de la grava se produce el drenaje, y sobre la arena se deposita el fango.

La capa de fango que se extiende es de 20-30 cm. El agua se elimina mediante el drenaje a través del filtro de arena y grava, y por evaporación, lo que hace que en verano se consigan sequedades de hasta un 30% con facilidad. El tiempo de residencia es un factor determinante en el rendimiento final.



LAGUNAJE (FANGOS)

Las lagunas de secado pueden utilizarse como sustitutivo de las eras de secado por la deshidratación de fango digerido. Las lagunas no son convenientes para la deshidratación de fangos crudos, ni de fangos estabilizados con cal, o fangos que den lugar a efluentes de agua de alta concentración a causa de su potencial de olores y molestias. El rendimiento de las lagunas, al igual que el de las eras de secado, depende del clima; la precipitación y las bajas temperaturas inhiben la deshidratación. La aplicación más efectiva es en zonas donde la evaporización sea intensa.

El fango digerido se esparce sin acondicionamiento previo en la laguna de forma que se lleva a término una distribución uniforme. El grueso de la capa varia generalmente entre 0,75 y 1,25m. la evaporación es el mecanismo principal de la deshidratación. Generalmente se incluyen instalaciones para la decantación del agua superficial y su recirculación a la planta de tratamiento.

2.3.3.5.8) SECADO TÉRMICO

El secado del fango es una operación que consiste en reducir el contenido de agua por vaporización de ésta en el aire ambiente. En las eras de secado, las diferencias de presión del vapor son la causa de la evaporación en la atmósfera. En los dispositivos mecánicos de secado se suministra calor adicional para aumentar la capacidad de retención del vapor del aire ambiente y proporcionar así calor latente de evaporación. El objeto del secado térmico es extraer la humedad del fango, de manera que pueda incinerarse o bien ser procesado para su transformación en fertilizante. El secado es necesario en la fabricación de fertilizantes para poder triturar el fango, reducir su peso y evitar la continuación de la actividad biológica. El contenido en humedad del fango seco es inferior al 10%.

Pueden utilizarse cinco procesos mecánicos para el secado del fango:



- 1) **Secado instantáneo (flash dryers):** se pulveriza el fango y las partículas entran en contacto con gases calientes turbulentos el tiempo necesario para la transferencia de humedad del fango a los gases. Es el más utilizado de los sistemas de secado térmico en las plantas de tratamiento de aguas residuales.
- 2) **Secado por pulverización:** un secador por pulverización utiliza una cuba centrífuga de alta velocidad en la que se introduce el fango líquido. La fuerza centrífuga sirve para pulverizar el fango en partículas finas y para difundirlas en la parte superior de la cámara de secado donde tiene lugar la transferencia constante de humedad a los gases calientes.
- 3) **Secado rotativo:** en los sistemas térmicos directos, el material a secar está en contacto con los gases calientes. En los secadores térmicos indirectos, los gases calientes están separados del material a secar y posteriormente pasan a través de él cuando la temperatura se ha reducido. Normalmente se instalan placas deflectoras para levantar y agitar el material durante el giro del tambor.
- 4) **Secado de pisos múltiples:** el horno de pisos se utiliza para secar e incinerar fangos que han sido parcialmente secados por filtración al vacío. La operación se realiza a contracorriente haciendo pasar aire caliente y los productos de la combustión a través de un fango finamente pulverizado que es rastrillado continuamente para renovar la superficie de exposición.
- 5) **Deshidratación por emersión en aceite:** es el llamado proceso Carver Greenfield. El proceso implica la mezcla de un aceite ligero con el fango deshidratado. La mezcla aceite-fango, la cual puede bombearse fácilmente y tiene efectos positivos en la reducción de incrustaciones y corrosión, se hace pasar a continuación a través de un evaporador. El agua se elimina debido a que tiene un punto de ebullición menor que el aceite. Un vez que la evaporación se ha realizado, lo que queda es esencialmente una mezcla de aceite y de fango seco, eliminándose los sólidos mediante una centrífuga.



2.3.3.5.9) VERTIDOS DE FANGO

El destino final de los fangos tratados y su rentabilidad es generalmente problemático y su evacuación constituye siempre una carga de explotación considerable.

Posiblemente, la incineración sea el paso, más costoso pero reduce el volumen de fangos a los límites más pequeños en depuradoras de gran tamaño. La incineración conduce a un residuo inocuo, a la eliminación total del agua intersticial y a la combustión de la materia orgánica de los fangos. De momento, se tiene que buscar un destino final al vertido de los fangos. A continuación se detallan algunos destinos del fango.

➤ ADOBO PARA LA TIERRA. COMPOSTAJE

La utilización del fango deshidratado para la agricultura es una perfecta salida en el caso de los fangos estabilizados no contaminados con vertidos industriales. El problema son las dificultades de transporte y manipulación, que han hecho que esta forma de evacuación sea poco utilizada debido a la falta de demanda.

Por este motivo, se ha desarrollado la técnica del compostaje, que consiste en la adición de fangos procedentes de aguas residuales urbanas a abonos domésticos, con un enriquecimiento en materias húmedas. La relación C/N de la mezcla, del orden de 25 a 30, se adapta bien a la fermentación aerobia termófila. El compost facilita la posterior asimilación por parte del suelo, y reduce notablemente el contenido en gérmenes patógenos. Por otro lado, el producto final es más presentable.

También puede realizarse el compost directo de los fangos después de la adición de un material rico en carbono, que tiene la ventaja que no se producen olores tan desagradables en la fermentación.



El valor del fango como fertilizante, cuando se utiliza como acondicionador del suelo, se basa principalmente en el contenido de nitrógeno, fósforo y potasa.

➤ **DESCARGA EN EL VERTEDERO**

La descarga o vertido terrestre es el destino más frecuente de los fangos. La falta de vertederos hace que el coste del vertido aumente, porque son necesarios métodos de deshidratación más sofisticados para reducir el volumen del fango al máximo.

El vertido realizado a una zona tal como una mina abandonada es un método solo para fangos que han sido previamente estabilizados, de forma que no se produzca una descomposición y molestias derivadas de ellos.

Un vertedero controlado puede utilizarse para la eliminación del fango, grasa y arena, tanto estabilizados como no. La economía del transporte de fangos dicta, en la mayoría de casos la conveniencia de realizar una deshidratación para reducir su volumen. Este método es muy aconsejable si al mismo tiempo se utiliza para eliminación de abono y otros residuos sólidos de la comunidad.

Los residuos se vierten en una zona prefijada y se prensan in situ con un tractor o una apisonadora, tapándose después con una capa de 0.30m de arena limpia. Cubriendo cada día los nuevos residuos que se van depositando, las condiciones anteriormente mencionadas causantes de problemas (olores y moscas) se reducen al mínimo.

Después de unos años, durante los cuales los residuos se descomponen y se compactan, el terreno resultante se puede utilizar como lugar de esparcimiento u otras finalidades siempre que no haya asentamientos graduales que imposibiliten hacerlo.

Los camiones que transportan fango húmedo o arena llegan al lugar escogido sin atravesar zonas densamente pobladas o comerciales. El lugar escogido ha de tener un



buen drenaje de forma que el corrimiento del agua no afecte al desplazamiento de vehículos. Se evita también que el drenaje de la zona produzca polución de aguas subterráneas o corrientes superficiales.

El vertido al mar mediante emisario submarino es una solución que se utiliza en grandes plantas depuradoras próximas al mar, especialmente en Inglaterra y USA. Su uso está prohibido por la CEE desde el año 1999.

Por otro lado, el contenido térmico de un fango es importante cuando se considera la posibilidad de incineración o algún otro proceso de combustión, y se han de realizar ensayos muy precisos con una bomba calorimétrica con la finalidad de establecer un balance térmico para el sistema de combustión.

2.3.3.6) TRATAMIENTOS AVANZADOS

Se define como el tratamiento adicional necesario para la eliminación de los sólidos suspendidos y de las sustancias disueltas de cualquier tipo que permanecen en el agua después del tratamiento secundario convencional. El número de instalaciones ha aumentado notablemente debido a que las normativas de vertidos son cada vez es más estrictas.

Dentro de estos tratamientos encontramos:

- ✓ Filtración en medio granular.
- ✓ Control de nutrientes.
- ✓ Eliminación de nitrógeno.
- ✓ Eliminación de fósforo.
- ✓ Adsorción sobre carbón activo.
- ✓ Desinfección.



CAPÍTULO 3

- LA LANA EN
MANUFACTURAS S.A.

- AGUA RESIDUAL EN
MANUFACTURAS S.A.

- DEPURADORA
MANUFACTURAS S.A.



3.1) FIBRA TEXTIL DE MANUFACTURAS S.A.

La fibra con la que trabajaremos como ya hemos expresado en la introducción de este trabajo no es otra que la lana.

Como hemos visto, la lana y las demás fibras textiles se definen por numerosas características, si bien la lana con la que nosotros trabajaremos será tan cambiante que no podemos especificar ninguna característica estándar.

Terminamos por lo tanto haciendo especial mención a la variabilidad de características, debido a la manufacturación de tipos diversos de fibra que nos aporta el cliente. Entre esta diferenciación se encuentra también alguna de las características de mayor importancia en cuanto al diseño de la EDAR y del tratamiento del agua residual. Son entre otras, la cantidad de sólidos, materia orgánica y grasa que trae consigo la fibra.

La imposibilidad de hallar unos valores medios de trabajo nos obligan a que el diseño de nuestra EDAR esté preparado para las situaciones menos favorables en cuanto a estas variables.

3.2) AGUA RESIDUAL A TRATAR EN MANUFACTURAS S.A.

Como venimos insistiendo, el agua residual a tratar por nuestra EDAR, proviene únicamente de la industria textil, y no es otra que la resultante del proceso de lavado de la fibra de la lana (explicado con mayor detalle en la introducción).

El lavado se realizará con agua del embalse del río frío. Esta agua tiene unas propiedades óptimas por su ausencia de sales y minerales.



El proceso de lavado, tanto en el lavadero 1 como en el 2 se lleva a cabo en una serie de barcas. En cada una de las barcas, se mantendrán unas características del agua, realizándose en cada una de ellas un proceso distinto.

La existencia de los dos trenes de lavado con sus respectivas 5 barcas en paralelo, nos dará lugar a 2 caudales diferentes. Existirá una clara diferencia de estas dos aguas, puesto que cada tren trabajará con un tipo de lana diferente, obteniéndose diferentes disoluciones a la salida de cada tren.

A través de simples sumas, obtenemos el cubicaje total de agua residual a tratar. Este simple cálculo, será básico para determinar la cantidad de caudal máximo que podremos obtener a la entrada de nuestras plantas, en caso de ser vaciados los dos trenes simultáneamente.

Será muy importante además para saber la capacidad máxima que tendrá que soportar los tanques de homogeneización que añadiremos a la entrada de nuestras plantas, que forma parte de una de las ampliaciones que se implantan en este proyecto.

Adjuntamos diagrama con el desglose del agua en cada uno de los trenes de lavado:

BARCAS	TREN LAVADO 1 (m ³)	TREN LAVADO 2 (m ³)	TOTAL (m ³)
BARCA 1	5	10	15
BARCA 2	5	10	15
BARCA 3	4	8	12
BARCA 4	4	8	12
BARCA 5	4	8	12
TOTAL	22	44	66

Tabla 10: Tabla resumen del cubicaje del agua residual a tratar en Manufacturas S.A.



Una vez obtenido el cubicaje total, y a través de una media histórica de la renovación de agua en los trenes de lavado, llegamos a obtener el caudal con el que vamos a trabajar.

De esta forma:

- Número de cambios de agua entre los dos trenes de lavado al día (media histórica anual) = 3.03 cambios/día
- Cubicaje total de trenes de lavado = 66 m³

$$\frac{N^{\circ} \text{ Cambios}}{\text{día}} \cdot \text{Cubicaje total [m}^3] = 3.03 \cdot 66 = 200 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} = 8.33 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

3.2.1) CARACTERÍSTICAS DEL AGUA A TRATAR

En primer lugar, y dada la importancia de un estudio previo a la hora de implantar una planta depuradora, observaremos con detenimiento las diferentes características del agua a tratar.

Dado que nuestro proyecto se basará en la automatización y visualización/supervisión de la planta depuradora ampliada, no llegaríamos a esto sin previamente estudiar qué es lo necesario en la ampliación, para conseguir unos resultados óptimos de vertido.

Sin olvidarnos de los estudios ya realizados en el pasado a la hora de instalar la actual planta depuradora, obtendremos datos del agua residual a tratar a partir de una nueva analítica. El agua residual que analizaremos no será otra que la obtenida a la salida de los trenes de lavado, y el agua a la salida de la actual planta.



Esto nos permitirá hacer una estimación de en qué puntos es necesario reforzar la planta y en cuales la existente cumple sus funciones.

A ser posible, enviaremos muestras de agua obtenida en el momento del lavado de la lana más desfavorable para nuestros intereses. De esta manera conseguiremos valores que, una vez estudiados, nos cubrirán el margen de trabajo de las aguas procedentes del lavado de los distintos clases y tipos de la fibra textil.

Así, obtendremos una analítica con los valores que más nos interesan a la hora de estudiar el agua a tratar. Estos datos no sólo serán importantes para nosotros; también serán valores a tener en cuenta por AQUALIA en la E.D.A.R. Béjar, debido a valores en cuanto a una futura depuración biológica.

PARÁMETROS DE VERTIDO			
PARÁMETROS DEL VERTIDO	VALOR	UNIDAD	VALORES ACEPTABLES
Ph	7.49	u. pH	5.5 a 9.5
Sólidos suspensión totales	10320.0	mg/l	500
DBO₅	5350.0	mg/l	500
DQO-Cr	33060	mg/l	1000
N - Nitratos	247.6	mg/l	-
Nitrógeno nítrico, como N	55.9	mg/l N	65



Aceites y Grasas	1500.0	mg/l	100
Conductividad	10650	μS/cm	5000
Sulfuros	<0.1	mg/l	5
Boro	1.2	mg/l	3
Fenoles	<0.1	mg/l	2
Fluoruros	<100	mg/l	15
Fósforo	48.5	mg/l	-
Manganeso	3800	μg/l	2
Hierro	27700	μg/l	10
Zinc	1440	μg/l	5
Cobre	69	μg/l	3
Aluminio	311	μg/l	20
Cromo total	46	μg/l	5
Arsénico	14	μg/l	1
Cadmio	22	mg/l	0.5



Cianuros	<1	mg/l	5
Mercurio	<5	µg/l	0.1
Níquel	134	µg/l	5
Plomo	256	µg/l	1
Selenio	<0.02	mg/l	1
Plata	<0.025	mg/l	0.1
Estaño	<0.1	mg/l	2
ENSAYO DE ECOTOXICIDAD			
EC50	12285	mg/l	
UNIDADES TÓXICAS	81.40	U.T.	
EQUITOX	81.40	Equitox/m ³	

Tabla 11: Parámetros del vertido del agua residual a tratar en E.D.A.R. Manufacturas s.a.

Una vez visualizados los diferentes niveles, será conveniente tratar alguno de los puntos que nos pueden interesar de una manera más amplia y global. Si bien alguno de los puntos conlleva una visión no demasiado específica, siempre será bueno analizar en mayor o menor medida las cualidades que se ven a simple vista.



3.2.1.1) Sólidos

Si bien es cierto que existirán, no vemos una concentración excesiva de manera que en este apartado no tendremos demasiados inconvenientes.

De entre los sólidos observados, destacamos tierras/fangos en suspensión en el agua. Principalmente los fangos que componen estos sólidos en suspensión son de pequeño tamaño, mezclándose homogéneamente en el agua en su mayoría.

Estos fangos/tierras provienen de la tierra adjunta a la capa externa de la fibra a lavar.

En mucha menor medida, encontramos algún sólido de mayor tamaño. Si bien es cierto que los encontramos en pequeñas cantidades, y con el tamiz existente a la entrada de la actual depuradora veremos cumplidas nuestras necesidades.

3.2.1.2) Olores

Detectamos un olor en las muestras de una intensidad media/elevada. Si bien no encontramos un olor característico al que asociarlo, podremos suponer que este olor proviene de la materia orgánica disuelta en el agua proveniente de la oveja (heces y micciones), las cuales vienen junto con la lana en sucio antes de ser lavada.

3.2.1.3) Temperatura

El agua que va a ser tratada tiene una salida de entre 30 y 40 °C. Si bien podemos afirmar que será agua caliente, no supone unos valores en ningún caso peligrosos ni a tener en mayor consideración.



Los materiales que empleemos en su almacenaje y conducción no tendrán mayores problemas en su elección, pudiendo partir de diferentes plásticos hasta metales y o aleaciones que aguantan mayor temperatura (acero inoxidable).

3.2.1.4) Densidad

Observamos a simple vista poca densidad. Aunque la densidad de ésta siempre será mayor que la del agua una vez tratada, no encontramos en ningún momento dificultad en su circulación. No es por tanto un agua de textura viscosa, a pesar del fango diluido en ella.

No tendremos que tener en cuenta la problemática que podría causar un agua residual de densidad alta.

3.2.1.5) Color

Debido a su alto contenido de fangos diluidos, las muestras nos ofrecen un color marrón muy característico. Además de esto, los diferentes restos de materia orgánica en suspensión que también encontramos no hacen otra cosa que reforzar este marrón.

Aunque no es un dato importante a la hora del diseño, si que nos hace ver las características fundamentales del agua que vamos a tratar a simple vista.

3.2.1.6) Turbiedad

Debido también a la alta cantidad de fangos diluidos en el agua encontramos una muestra altamente turbia.



3.2.1.7) Características químicas

Como vimos en el capítulo 2, encontramos grupos diferenciados a la hora de hablar de características químicas:

1. Materia orgánica.
2. Materia inorgánica.
3. Gases presentes.

Como también adelantamos, podríamos incluir un 4º grupo en el que determinaríamos la medición de contenido en materia orgánica, pero preferimos separarle y hablar de él en otro apartado, debido a su importancia a la hora de diseñar las diferentes estaciones depuradoras de agua residual; más concretamente su vital importancia en el diseño de la depuración biológica. También toma gran importancia a la hora de determinar la calidad del agua.

MATERIA ORGÁNICA

El agua residual de la muestra vemos una cantidad muy alta de materia orgánica. La materia orgánica de nuestra agua residual será además el mayor problema en el tratamiento del agua.

El motivo por el que realizaremos la ampliación de la estación depuradora no es otro que el de eliminar mayor cantidad de materia orgánica. Para ello, contamos con la ventaja de que la mayor cantidad de esta materia orgánica proviene de grasas de la fibra.

Esta grasa no es otra en su mayoría que lanolina. Los beneficios de que en su mayoría la grasa de nuestra agua residual sean de esta clase, es el hecho de su posible obtención. La lanolina es una materia prima que sólo encontraremos en la capa externa de la fibra de la lana. Esta materia prima es muy utilizada en cosméticos por sus posibilidades hidratantes, con lo que su extracción conllevará un beneficio.



El beneficio de su venta está expuesto a su mayor o menor pureza, de modo que intentaremos no solamente eliminar la grasa de nuestra agua a tratar, sino que intentaremos obtener lanolina en su estado más puro y con la menor cantidad de impurezas para su posterior venta.

Por otro lado entre las materias orgánicas que también tendremos que tratar se encuentran restos de vegetales que se desprenden de los mechones de lana en los que se enreda.

No menos importante serán los restos de detergente, el cual ha sido añadido durante el proceso de lavado de la lana.

En mucha menor medida podremos puntualmente encontrar en muy pequeñas proporciones restos de pesticidas y otros productos agrícolas. Estas cantidades se encontrarán muy diluidas en proporción a la cantidad de agua a tratar.

MATERIA INORGÁNICA

Entre las características inorgánicas del agua, estudiamos principalmente el pH, la alcalinidad, el nitrógeno, el fósforo, compuestos tóxicos...

En nuestro caso, lo que más nos puede interesar es el pH de la muestra de agua a tratar, puesto que al ejercer la depuración mediante una planta fisicoquímica, debemos tratar el agua llevando ésta a determinados pH según el proceso que queramos realizar en cada momento. Este pH vemos que se encuentra entre valores de 8 y 9.

Llevando el pH a unos valores específicos conseguiremos que los floculantes y otros compuestos que añadiremos en el proceso de depuración actúen de manera más eficiente.

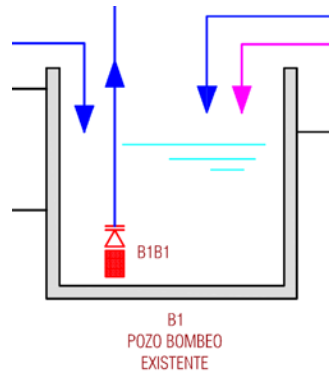


3.3) DEPURADORA MANUFACTURAS S.A.

3.3.1) EQUIPOS EXISTENTES EN EDAR MANUFACTURAS

A continuación citaremos todos los elementos que componen toda la estructura y proceso de la depuradora físico-química industrial de la empresa Manufacturas S.A. con la que se estaba tratando el agua residual hasta la fecha:

3.3.1.1) POZO DE BOMBEO

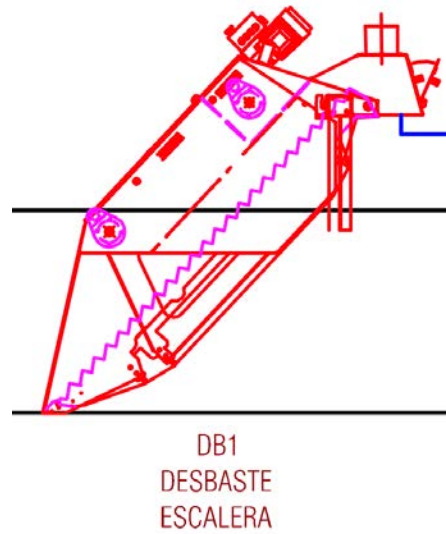


Pozo de obra civil con las siguientes características de construcción:

- Cubicaje:
En torno a 1500 litros de capacidad.
- Materiales de construcción:
Hormigón armado.
Capa aislante para evitar filtramientos.



3.3.1.2) TAMIZ DE REJILLA AUTOLIMPIANTE



El tamiz de pantalla continua auto-limpiante se diferencia por su gran capacidad de tamizado, su exclusivo sistema de auto-limpieza y su alto rendimiento en funcionamiento continuo e intermitente.

Su adaptabilidad a canales existentes y nuevos, la eficaz auto-limpieza de la pantalla y el mínimo mantenimiento que precisa, hace de este tamiz la solución de multitud de problemas en las instalaciones.

El tamiz está formado por elementos filtrantes en ABS, llamados “dientes”, que van montados en dos ejes consecutivos de acero inoxidable. En los extremos de estos ejes van las cadenas de arrastre de la pantalla filtrante. El conjunto, con el sistema motriz y otros elementos, se monta en una estructura de acero inoxidable.

El tamiz se instala directamente en el interior del canal y los sólidos en suspensión, contenidos en el agua, son separados, extraídos y descargados por encima de la coronación del canal.

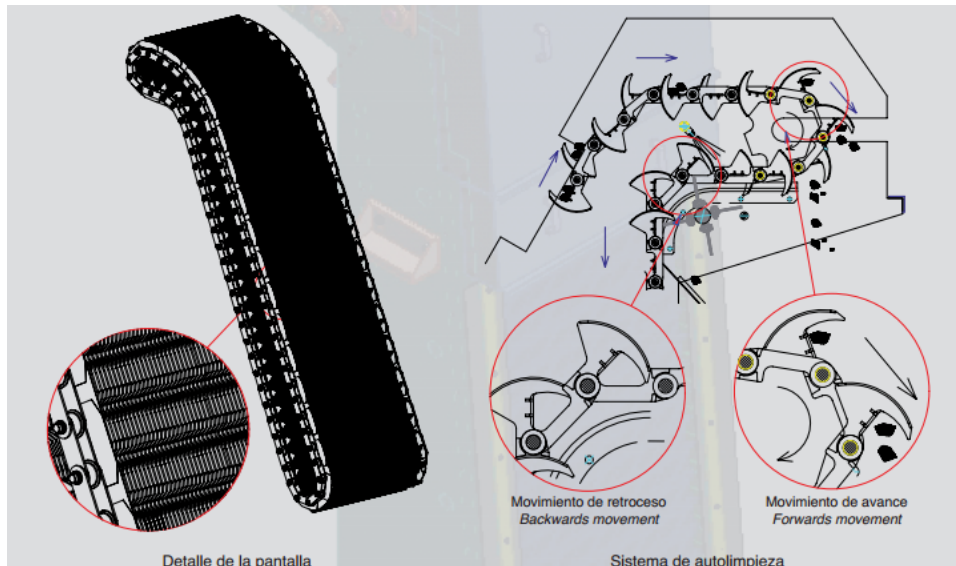


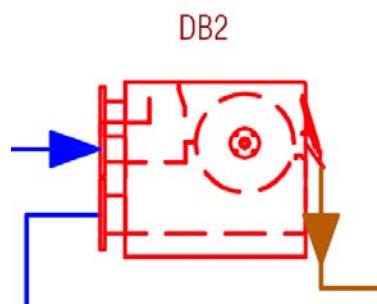
Figura 20: Funcionamiento de la rejilla del tamiz

Los dientes realizan un doble movimiento como consecuencia del montaje de cada diente, y de cada fila de dientes, sobre dos ejes consecutivos y del movimiento de rotación de la pantalla:

- Primero, de avance para la descarga de los sólidos extraídos
- Segundo, de retroceso para la limpieza de los propios dientes y de toda la pantalla.

El diseño del diente y su montaje en la pantalla filtrante forman dos etapas de filtración, determinan el tamaño del sólido a extraer y definen la luz del tamiz

3.3.1.3) TAMIZ ROTATIVO





El tamiz rotativo es un tamiz de tambor que puede trabajar de forma continua y se utiliza para filtrar distintos tipos de aguas y líquidos, normalmente muy cargados, separando y retirando los sólidos en suspensión que contienen y arrastran.

La malla filtrante está constituida por un enrollamiento helicoidal de un perfil triangular, apoyado en barras generatrices.

El perfil triangular en V minimiza el atascamiento y el enrollamiento de forma helicoidal aumenta la superficie libre de paso del agua a filtrar. Este tipo de construcción permite aumentar la capacidad hidráulica del equipo con una mínima pérdida de carga.

El tamiz rotativo es un tamiz auto limpiante que trabaja con un mínimo de mantenimiento.

El agua a tamizar llega, por gravedad o bombeo a través de la brida de alimentación, a la cámara de recogida de agua filtrada. Esta agua filtrada sale al exterior directamente por la parte inferior del equipo o por una conexión embridada.

Los sólidos superiores a la luz de malla del tamiz quedan retenidos en la superficie del tambor filtrante, son transportados por el mismo en su giro y separados y descargados por un rascador. Este rascador, situado en la parte opuesta a la alimentación, está en contacto permanente con el tambor en toda su longitud por el empuje de un muelle, que también compensa automáticamente su desgaste.

El tamiz rotativo consta de 4 partes:

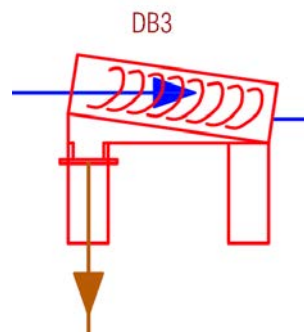
- **Tambor filtrante** con luz de paso entre 0.25 y 5 mm, de acero inoxidable. El lavado y limpieza de su malla se realiza mediante boquillas pulverizadores de agua, situadas en el eje del tambor y a lo largo del mismo.



- **Accionamiento**, mediante motor reductor y de acción directa sobre el eje del tambor.
- **Rascador**, normalmente en latón, para evitar daños en el tambor filtrante de inoxidable. Su vida media es muy larga y su reposición se efectúa en pocos minutos.
- **Bastidor**, también de acero inoxidable. Incluye la cámara de distribución del agua de alimentación y la cámara de recogida de agua filtrada además de la entrada y salida embridadas de agua y los soportes correspondientes.

La cubierta frontal del tamiz dispone de un sistema neumático de apertura rápida y soporte y sujeción de esta cubierta, para facilitar labores de inspección.

3.3.1.4) TAMIZ DE TORNILLO



El tamiz tornillo helicoidal es un equipo combinado para la separación de los sólidos presentes en las aguas residuales y la posterior compactación y deshidratación de los mismos.

El material sólido en suspensión en el líquido de transporte se deposita en la criba obstruyéndola, lo que provoca un aumento de nivel en la parte anterior de la misma y una disminución en la parte posterior.



En ese momento empieza a funcionar la hélice, que limpia la criba, sube el material, lo deshidrata y lo compacta.

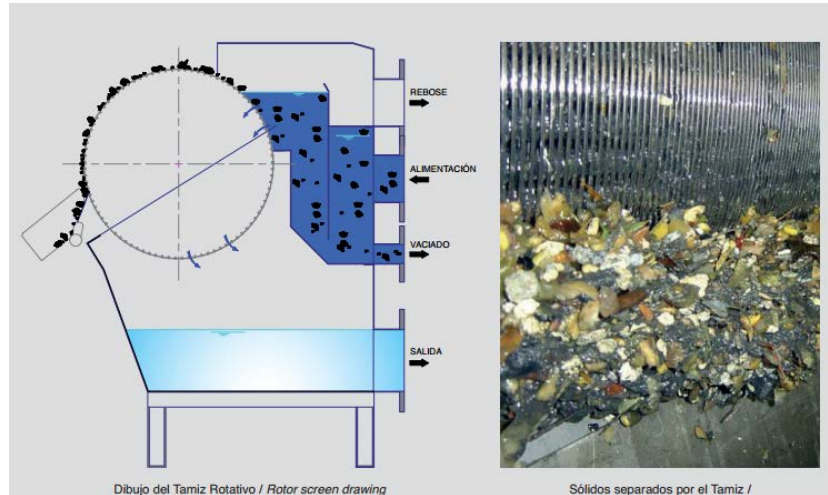


Figura 21: Fotografía de un tamiz rotativo en funcionamiento

El equipo se compone de las siguientes partes:

➤ **Criba filtrante**

Está formada por un tamiz con luces de paso entre 0.25 y 10mm que retiene los sólidos en suspensión en el líquido de transporte.

Dicha criba se mantiene limpia gracias al correspondiente cepillo fijado en la parte externa de la hélice.

La criba puede ser de dos tipos:

- ✓ Tamiz de perfil Johnson entre 0.25 y 2mm.
- ✓ Tamiz de chapa perforada o triangular de entre 3 y 10mm de diámetro de agujeros.



➤ **Sinfín de transporte**

El sinfín de transporte está formado por una hélice sin eje que permite levantar los sólidos depositados. El sinfín sin eje permite extraer materiales de diversa forma y medida, que de otro modo resultan difícilmente transportables.

➤ **Compactador**

La propia hélice de transporte sirve para efectuar la compactación-deshidratación del cribado, obteniendo una reducción del volumen superior incluso al 50%.

VENTAJAS:

- ✓ Funcionamiento completamente automático, con posibilidad de variación de velocidad de rotación según necesidad.
- ✓ Tolva de salida de sólidos tamizados, longitud según aplicación.
- ✓ Sistema de compactación, el cual evita que se colmate la rejilla y facilita la salida del agua.
- ✓ El sistema de basculación nos permite examinar el estado tanto de la rejilla filtrante, como de la rosca helicoidal en cualquier momento.
- ✓ Esta zona de rosca sencillamente es transporte de sólidos tamizados, los cuales son dirigidos al cabezal de compactación, la rosca viene a ser con alma de tubo.
- ✓ Rejilla filtrante, posibilidades de ejecución en perfil Jonson, perforado o triangular, pasos de 0.25mm a 10mm.
- ✓ Espiral helicoidal con diseño especial la cual lleva incorporado un cepillo anti desgaste, este es el que efectúa el tamizado de sólidos.



(NOTA: Como opcional podemos introducir un sistema de lavado en la rejilla filtrante)

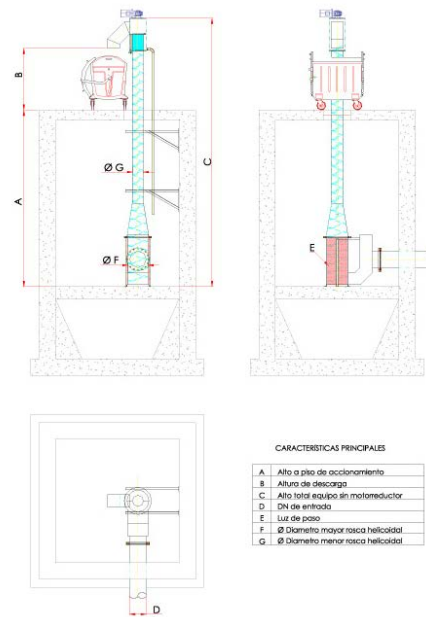


Figura 22: Esquema de un tamiz

3.3.1.5) DEPÓSITO DE POLICLORURO DE ALUMINIO



Debido a las características químicas del poli-cloruro de aluminio, necesitaremos un depósito recubierto con resinas de fibra de vidrio resistente a la corrosión.



En nuestra planta encontramos por lo tanto un depósito de almacenamiento en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con las siguientes características:

- Barrera química:
Velo de vidrio tipo "C" 30 gr/m²
Mat 450 gr/m² M-1 emulsión en polvo
Resina Bisfenólica Atlac 382
Fibra enrollamiento PPG 2400 tex
Resina Ortofálica Resipol 9044
Tejido de vidrio 520 gr/m² Vetrotex
- Cubicaje:
20 m³
- Diámetro:
2 m.
- Altura:
6,6 m.
- Espesores:
Fondo superior = 4 mm.
Cilindro = 7/8 mm.
Fondo inferior = 8 mm.
- Brida de entrada:
DN 50 (50 mm)
- Brida de vaciado:
DN 50 (50 mm)
- Boca de hombre lateral:
DN 500 (500 mm)
- Resistencia a la tracción:
Superior a 1.200 Kp/cm²
- Resistencia a la flexión:
Superior a 25.000 Kp/cm²
- Elasticidad en tracción:



90000 Kp/cm²

- Alargamiento a la rotura:
Superior al 1%
- Coeficiente dilatación térmica:
24cm/°C/10.000.000
- Otras características:
Cuatro anclajes
Orejas de elevación

Este depósito será capaz de contener Corrosivos como ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido fosfórico, ácido fluorhídrico, ácido nítrico, cloruro férrico, hipoclorito sódico, policloruro de aluminio, sosa (hidróxido sódico), sulfato de cromo, sulfato de aluminio, bisulfito sódico, agua oxigenada, etc.

SOBRE EL POLICLORURO DE ALUMINIO:



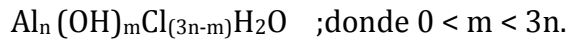
El hidroxiclорuro de aluminio (incorrectamente nombrado como policloruro de aluminio, abreviado generalmente como PAC) es el resultado de un proceso de fabricación complejo bajo condiciones de trabajo controladas. Su abreviación es PACl.

Denominaciones: Hidroxiclорuro de aluminio, policloruro de aluminio o polihidroxiclорuro de aluminio (incorrectos, usados por costumbre).



Otras menos frecuentes: cloruro de polialuminio, cloruro de aluminio polibásico, cloruro básicos de aluminio, clorhidróxido de aluminio, oxiclорuro de aluminio.

El PACl es una sal básica del cloruro de aluminio, un polímero de hidroxiclорuro de aluminio con fórmula:



- ✓ Es esencialmente un polímero inorgánico catiónico.
- ✓ En solución, y dependiendo del proceso empleado, tiene un contenido en Al_2O_3 de 10 a 23 g/100 g.
- ✓ Sólido, puede alcanzar un contenido de 44 g/100 g de Al_2O_3 .
- ✓ El contenido de basicidad puede ir desde el 10 al 83%.

Es usado como coagulante en el proceso de potabilización de las aguas para consumo humano, en el tratamiento de aguas residuales, en la industria del papel, en la industria del cuero entre otros.

Es un producto corrosivo, por eso se almacena en tanques de PRFV.

Está alistado como coagulantes provenientes de sales de aluminio junto con el tradicional sulfato de aluminio. Sin embargo, tiene algunas ventajas frente a éste:

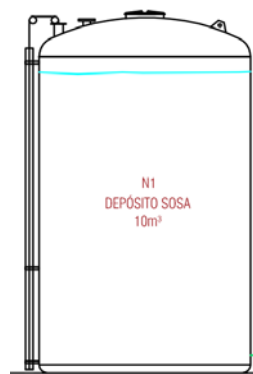
- ✓ Bajo ciertas condiciones puede presentar menor gasto de coagulante (especialmente a altas turbiedades).
- ✓ Disminuye el carbono orgánico total (TOC).
- ✓ Menor consumo de álcalis.
- ✓ Efectividad en un amplio rango de pH.
- ✓ Igual rendimiento con distintas temperaturas.
- ✓ Remoción de color (al igual como ocurre con el sulfato de aluminio depende del tipo de color presente en el agua).



- ✓ Genera un menor residual de aluminio.
- ✓ Mejora la velocidad de formación de flocs.
- ✓ Mejora en la remoción de turbidez.
- ✓ Genera mayor velocidad de sedimentación.
- ✓ Requiere menores tiempos de mezclado para coagular.
- ✓ Mejora la eficiencia de la filtración.
- ✓ Aumento de la operación de filtros.
- ✓ Reducción en la frecuencia de retro-lavados en los filtros.
- ✓ Reducción de lodos de un 25-75%.
- ✓ No modifica el valor de pH del influente.
- ✓ Menor costo de operación.

Debe considerarse que estas ventajas dependen del tipo de agua a tratar y condiciones de turbiedad presentes. La elección de cualquier coagulante dependerá principalmente de los resultados del ensayo de jarras y una evaluación económica de las opciones de productos coagulantes disponibles.

3.3.1.6) DEPÓSITO SOSA



Debido a las características químicas de la sosa, necesitaremos un depósito recubierto con resinas de fibra de vidrio resistente a la corrosión.



En nuestra planta encontramos por lo tanto un depósito de almacenamiento en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con las siguientes características:

- Barrera química:
Velo de vidrio tipo "C" 30 gr/m²
Mat 450 gr/m² M-1 emulsión en polvo
Resina Bisfenólica Atlac 382
Fibra enrollamiento PPG 2400 tex
Resina Ortofálica Resipol 9044
Tejido de vidrio 520 gr/m² Vetrotex
- Cubicaje:
10 m³
- Diámetro:
2 m.
- Altura:
3,3 m.
- Espesores:
Fondo superior = 4 mm.
Cilindro = 7/8 mm.
Fondo inferior = 8 mm.
- Resistencia a la tracción:
Superior a 1.200 Kp/cm²
- Resistencia a la flexión:
Superior a 25.000 Kp/cm²
- Elasticidad en tracción:
90000 Kp/cm²
- Alargamiento a la rotura:
Superior al 1%
- Coeficiente dilatación térmica:
24cm/°C/10.000.000



Este depósito será capaz de contener Corrosivos tales como ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido fosfórico, ácido fluorhídrico, ácido nítrico, cloruro férrico, hipoclorito sódico, policloruro de aluminio, sosa (hidróxido sódico), sulfato de cromo, sulfato de aluminio, bisulfito sódico, agua oxigenada, etc.

SOBRE LA SOSA:



Foto 18: Sosa

El hidróxido de sodio (NaOH) o hidróxido sódico, también conocido como soda cáustica o sosa cáustica, es un hidróxido cáustico usado en la industria (principalmente como una base química).

A temperatura ambiente, el hidróxido de sodio es un sólido blanco cristalino sin olor que absorbe la humedad del aire (higroscópico). Es una sustancia manufacturada. Cuando se disuelve en agua o se neutraliza con un ácido libera una gran cantidad de calor que puede ser suficiente como para encender materiales combustibles. El hidróxido de sodio es muy corrosivo. Generalmente se usa en forma sólida o como una solución de 50%.

Como reactivo para el ajuste de pH del agua se utiliza generalmente hidróxido sódico al 50 %, aunque también es posible la utilización de hidróxido sódico a otras concentraciones (25, 35 %) o incluso otros hidróxidos, como el hidróxido de calcio, etc.

El pH-metro tiene un pH de referencia, a partir del cual, activa la bomba de pH para que dosifique el producto y el pH suba. Una vez alcanzado el valor del pH predeterminado se detendrá la dosificación. Este proceso además viene acompañado



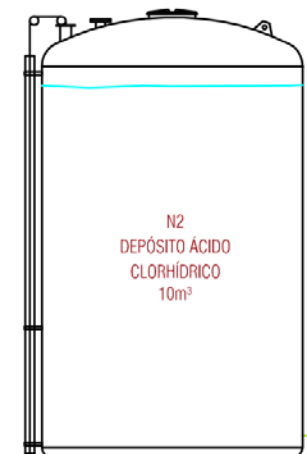
de un sistema de homogenización. Es conveniente que el caudal de dicha bomba dosificadora sea medio o bajo para evitar grandes fluctuaciones en el valor del pH.

Uno de los principales inconvenientes del uso de hidróxido sódico al 50 % como producto para aumentar el pH es que forma cristales en días fríos.

- ✓ Los cristales de sosa impiden una dosificación adecuada.
- ✓ Las bombas dejan de funcionar y se rompen los tubos de aspiración e impulsión.
- ✓ La congelación de la sosa al 50 % se produce por debajo de 8 °C.

El objetivo de usar sosa, no será otro que devolver el agua una vez tratada a unos valores de pH normalizados en caso de que fuera necesario.

3.3.1.7) DEPOSITO ÁCIDO CLORHÍDRICO:



Debido a las características químicas del ácido clorhídrico, necesitaremos un depósito recubierto con resinas de fibra de vidrio resistente a la corrosión.



El ácido clorhídrico se dosificará directamente en el depósito fisicoquímico, en el que aprovecharemos la turbulencia del agua a la entrada del depósito para conseguir una mezcla uniforme.

En nuestra planta encontramos por lo tanto un depósito de almacenamiento en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con las siguientes características:

- Barrera química:
 - Velo de vidrio tipo "C" 30 gr/m²
 - Mat 450 gr/m² M-1 emulsión en polvo
 - Resina Viniléster Derakane 411/350
 - Fibra enrollamiento PPG 2400 tex
 - Resina Ortofálica Resipol 9044
 - Tejido de vidrio 520 gr/m² Vetrotex
- Cubicaje:
 - 10 m³
- Diámetro:
 - 2 m.
- Altura:
 - 3,3 m.
- Espesores:
 - Fondo superior = 7 mm.
 - Cilindro = 5 mm.
 - Fondo inferior = 5 mm.
- Resistencia a la tracción:
 - Superior a 1.200 Kp/cm²
- Resistencia a la flexión:
 - Superior a 25.000 Kp/cm²
- Elasticidad en tracción:
 - 90000 Kp/cm²



- Alargamiento a la rotura:
Superior al 1%
- Coeficiente dilatación térmica:
24cm/°C/10.000.000

Este depósito será capaz de contener Corrosivos (según ITC-MIE-APQ-006) tales como ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido fosfórico, ácido fluorhídrico, ácido nítrico, cloruro férrico, hipoclorito sódico, policloruro de aluminio, sosa (hidróxido sódico), sulfato de cromo, sulfato de aluminio, bisulfito sódico, agua oxigenada, etc.

En la ampliación de la planta, inyectaremos también una cantidad de ácido clorhídrico en el floculador que instalaremos para conseguir una mezcla de este compuesto en el agua residual. De esta manera, conseguiremos que el agua residual llegue a un nivel de pH idóneo antes de entrar a la unidad de flotación 2 (DAF 2).

SOBRE EL ÁCIDO CLORHÍDRICO:



Foto 19: Ácido clorhídrico

El ácido clorhídrico, ácido muriático, espíritu de sal, ácido marino, ácido de sal o todavía ocasionalmente llamado, ácido hidrocórico (por su extracción a partir de sal marina en América), agua fuerte o sulfumán (en España), es una disolución acuosa del gas cloruro de hidrógeno (HCl). Es muy corrosivo y ácido. Se emplea comúnmente como reactivo químico y se trata de un ácido fuerte que se disocia completamente en disolución acuosa. Una disolución concentrada de ácido clorhídrico tiene un pH inferior a 1; una disolución de HCl 0,1 M da un pH de 1 (Con 40 ml es suficiente para matar a un ser humano, en un litro de agua. Al disminuir el pH provoca la muerte de toda la microbiota gastrointestinal, además de la destrucción de los tejidos gastrointestinales).



A temperatura ambiente, el cloruro de hidrógeno es un gas ligeramente amarillo, corrosivo, no inflamable, más pesado que el aire, de olor fuertemente irritante. Cuando se expone al aire, el cloruro de hidrógeno forma vapores corrosivos densos de color blanco. El cloruro de hidrógeno puede ser liberado por volcanes.

En nuestro caso, utilizaremos el ácido clorhídrico en una depuración de aguas residual para regular el pH hasta un valor que nos interese a la hora de poder aplicar los coagulantes y floculantes con el mayor porcentaje de éxito.

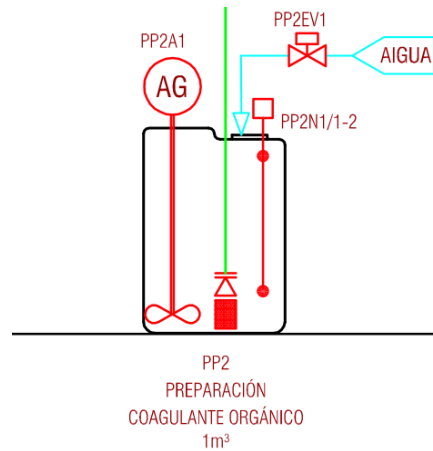
El ajuste de pH es un punto muy importante en el tratamiento físico-químico. El valor del pH ha de encontrarse en determinados valores para que el proceso sea óptimo. El ácido clorhídrico nos va a servir para bajar su valor ya que debido al uso de detergentes durante el lavado, el pH del agua se encontrara normalmente por encima de los valores óptimos. Así, mantener el pH en el rango de valores deseado nos supone una serie de ventajas:

- ✓ Favorece la acción del coagulante-floculante.
- ✓ Permite la precipitación de metales disueltos como hidróxidos.

El valor óptimo, y dependiendo del coagulante utilizado, debe encontrarse entre 6 y 8. Existe una relación directa entre los valores de pH frente a la solubilidad de los hidróxidos metálicos. De modo que el pH de trabajo debe seleccionarse en función de la presencia de dichos metales. De formas generales, para valores de pH entre 7,5 a 8,5 se produce dicha eliminación por precipitación del agua. Si se supera el valor máximo de 8,5 puede producirse la redisolución de los elementos precipitados.



3.3.1.8) DEPÓSITO COAGULANTE ORGÁNICO



Depósito de polietileno lineal aditivado anti-ultravioleta de 1 m³. Servirá para contener el coagulante orgánico una vez diluido en agua con el valor de concentración determinado.

El depósito estará especialmente diseñado para el tratamiento de aguas y para su incorporación a sistemas de mezclas, dosificación y aditivación.

El coagulante orgánico se dosificará directamente al depósito fisicoquímico, con el fin de aprovechar el régimen turbulento de las aguas debido a la entrada del tanque.

Algunas de las características son:

- Cubicaje:
1 m³
- Diámetro:
1 m.
- Altura:
1,45 m.
- Boca superior:
0,25 m.
- Otras características:



Parte superior reforzada para sostener un agitador y una bomba.

Graduación de nivel del contenido grabada en masa.

SOBRE LA COAGULACIÓN (COAGULANTE):

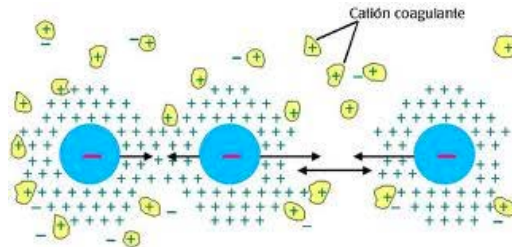


Figura 23: Esquema de partículas en coagulación

Se denomina coagulación al proceso de desestabilización y posterior agregación de partículas en suspensión coloidal presentes en el agua, para potenciar la etapa de decantación o espesado en la que esas partículas deben separarse del agua.

La desestabilización se consigue neutralizando sus cargas eléctricas, con lo que dejan de actuar las fuerzas de repulsión, su potencial Zeta se anula y los coloides tienden a agregarse por acción de masas tienden a agregarse por acción de masas

Normalmente, las partículas a coagular proceden :

- ✓ Del suelo, por arrastre de minerales en disolución
- ✓ De descomposición de materia orgánica natural en los cursos de agua
- ✓ De vertidos domésticos e industriales

El objetivo de la coagulación como proceso previo a la decantación es cambiar las propiedades de los elementos insolubles de modo que sean más fácilmente separables.

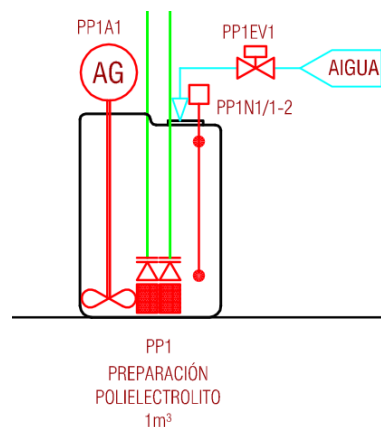
Como es mucho más sencillo separar partículas grandes y pesadas que partículas ligeras y de poca superficie específica, el proceso de coagulación tenderá a agrupar partículas pequeñas en otras mayores, y por tanto más sólidas, que denominaremos flocúlos, para así separarlas más fácilmente.

Algunos de los factores a tener en cuenta y que influirán en nuestro proceso son:



- **Tipo y cantidad del coagulante.** Aunque hay una cierta relación entre la turbidez del agua bruta y la dosis de coagulante, la cantidad exacta debe determinarse mediante ensayos para evitar sobredosificaciones que rompan la adsorción superficial.
- **pH del agua.** Para coagulante, existe una zona de pH donde se produce una buena floculación en plazo corto y con una dosis dada de coagulante, debiéndose efectuar, siempre que sea posible, en esa zona para optimizar productos y rendimientos.
- **Temperatura del agua.** La temperatura influye en el tiempo requerido para una buena formación de coágulos (a más fría, más tiempo).
- **Tiempo de mezcla y floculación (periodo de coagulación).** Es el tiempo transcurrido entre la adición de coagulante y el final de la agitación a una velocidad que impida la decantación de las materias floculadas.
- **Agitación y presencia de núcleos (sólidos en suspensión).**

3.3.1.9) DEPÓSITO POLIELECTROLITO (FLOCULANTE)



Depósito de polietileno lineal aditivado anti-ultravioleta de 1 m. Servirá para contener el floculante catiónico o polielectrolito una vez diluido en agua con el valor de concentración determinado.



El depósito estará especialmente diseñado para el tratamiento de aguas y para su incorporación a sistemas de mezclas, dosificación y aditivación.

El polielectrolito o floculante se dosificará directamente al depósito fisicoquímico, con el fin de aprovechar el régimen turbulento de las aguas debido a la entrada del tanque.

Algunas de las características son:

- Cubicaje:
1 m³
- Diámetro:
1 m.
- Altura:
1,45 m.
- Boca superior:
0,25 m.
- Otras características:
Parte superior reforzada para sostener un agitador y una bomba.
Graduación de nivel del contenido grabada en masa.

En la ampliación de la planta, inyectaremos también una cantidad de polielectrolito en el floculador que instalaremos para conseguir una mezcla de este compuesto en el agua residual. De esta manera, conseguiremos que el agua residual llegue a un contenido de compuesto ideal antes de entrar a la unidad de flotación 2 (DAF 2). De esta manera conseguiremos que los flóculo se formen de manera más optimizada durante el proceso de clarificación del agua en el DAF 2.

SOBRE LA FLOCULACIÓN (FLOCULANTE):

PRINCIPIO DE FLOCULACIÓN

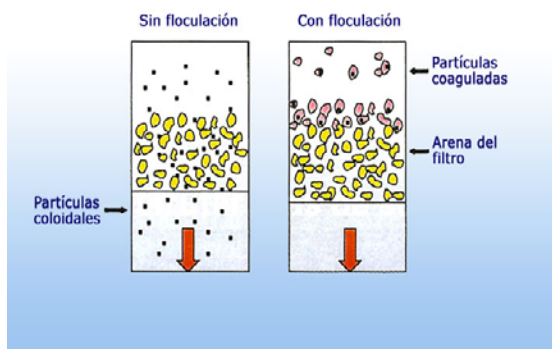


Figura 24: Esquema de el procsa de floculación

La floculación es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado. Es un paso del proceso de potabilización de aguas de origen superficial y del tratamiento de aguas servidas domésticas, industriales y de la minería.

Los compuestos que pueden estar presentes en el agua pueden ser:

- ✓ Partículas coloidales (menos de 1 micra), gobernadas por el movimiento browniano
- ✓ Sólidos en suspensión
- ✓ Sustancias disueltas (menos que varios nanómetros).

El proceso de floculación es precedido por la coagulación, por eso se suele hablar de los procesos de coagulación-floculación. Estos facilitan la retirada de las sustancias en suspensión y de las partículas coloidales:

La floculación es la aglomeración de partículas desestabilizadas en micro flóculos y después en los flóculos más grandes que tienden a depositarse en el fondo de los recipientes construidos para este fin, denominados sedimentadores.

Los factores que pueden promover la floculación son el gradiente de la velocidad, el tiempo y el pH. El tiempo y el gradiente de velocidad son importantes al aumentar la probabilidad de que las partículas se unan y da más tiempo para que las partículas



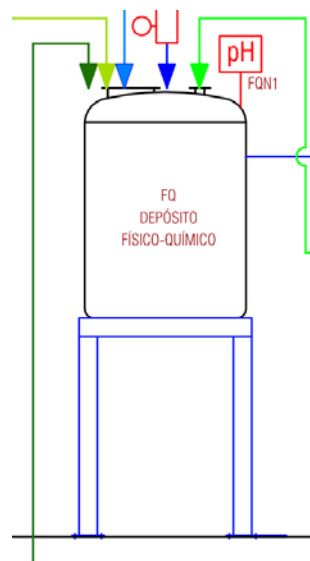
desciendan, por efecto de la gravedad, y así se acumulen en el fondo. Por otra parte el pH es un factor prominente en la acción desestabilizadora de las sustancias coagulantes y floculantes.

La solución floculante más adecuada a la naturaleza de los materiales en suspensión con el fin de conseguir aguas decantadas limpias y la formación de lodos espesos se determina por pruebas, ya sea en laboratorio o en el campo.

Floculación iónica

Mediante la floculación iónica se modifican las moléculas disueltas en un fluido mediante la acción de los llamados floculadores iónicos, que son los elementos materiales compuestos por tubos de acero inoxidable, plata o cobre, que conectados en su extremo a polos de corriente directa, positiva o negativa, generan la actividad iónica. Los floculadores iónicos sumergidos en el fluido producen un campo eléctrico de baja intensidad con actividad iónica constante, que incrementa la energía de los electrones de enlace; entonces, los átomos que componen las moléculas diluidas en el medio sufren un cambio en su estructura que las lleva a su forma más elemental, confirmando la teoría electrolítica de la disociación.

3.3.1.10) DEPÓSITO FÍSICOQUÍMICO





El objetivo de este módulo es la coagulación de las aguas con policloruro de aluminio, en medio ácido, pH 2-3, mediante la dosificación adicional de ácido clorhídrico HCl.

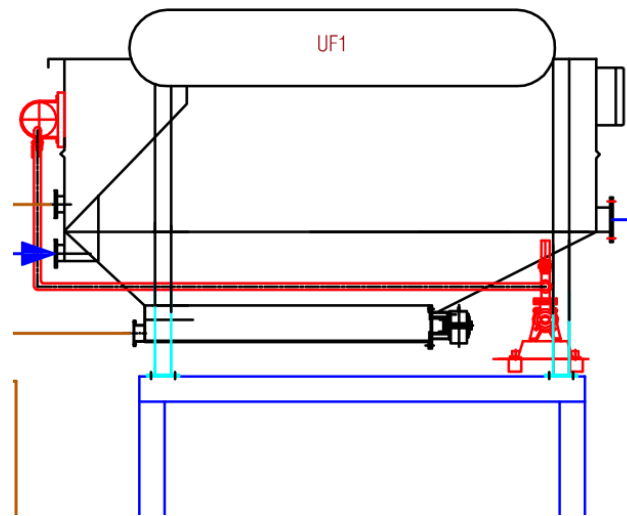
Posteriormente, se dosificará floculante catiónico (polielectrolito) en línea, justo antes de la entrada en la unidad de flotación 1 (UF 1).

Características del depósito:

- Cubicaje:
2,75 m³
- Diámetro:
1,5 m.
- Altura:
1,8 m.
- Material del depósito:
Polipropileno
- Boca de inspección:
0,55 m.
- Estructura portante:
AISI 304
- Otras características:
Soporte para agitador con taladros necesarios en la tapa.
Estructura de elevación y pasarela.



3.3.1.11) UNIDAD DE FLOTACIÓN 1 (DAF 1 / UF1)



El módulo flotación cumplirá la función de emulsionar, mediante aireación (aire disuelto) las grasas y aceites presentes en las aguas residuales para separarlas por flotación con una rasqueta, la cual barrerá las espumas formadas en la superficie y las depositará en un contenedor.

Las aguas libres de grasas y aceites serán evacuadas a través de un rebosadero sorteando unas pantallas deflectoras para evitar la fuga de las grasas.

La formación de espumas se realizará de la siguiente manera. Se recirculará una parte del agua tratada y se presurizará a 6 bar para poder disolver más cantidad de aire. Una vez saturada de aire esta agua presurizada se mezclará con la alimentación y al despresurizarse se formarán burbujas de aire de un tamaño de entre 30 y 50 micras que tienen una mayor eficiencia de arrastre que las burbujas de mayor tamaño.

Algunos sólidos pesados decantarán en la parte inferior y serán recogidos en el compartimento de sedimentación. La descarga es controlada mediante una válvula accionada neumáticamente y de acción temporizada. El ciclo de descarga también tiene un efecto de auto limpiado debido al choque instantáneo del volumen total de



agua en el sistema. Cualquier partícula adherida en las paredes se despega y sigue el camino inicial del flujo.

El desaguado de los barridos se produce por un sistema basado en los principios del separador de placas inclinado. Este sistema produce barridos con un contenido de sólidos 3 ó 4 veces superior al sistema convencional, con el consiguiente ahorro en inversiones para anteriores sistemas de desaguado o secado.

El sistema de flotación DAF 1 (Flotación por aire disuelto) está construido con un módulo de aireación de recirculación y un panel de control neumático para regular el suministro de aire en la sección de aireación y la válvula de descarga de sedimentos.

A continuación realizamos un desglose de las partes de esta unidad de flotación según las características de cada una de ellas:

➤ **TANQUE DE FLOTACIÓN**

- Capacidad hidráulica máxima:
15 m³/h
- Superficie libre:
4,8 m²
- Longitud:
4 m.
- Anchura:
2,4 m.
- Altura:
2,35 m.
- Peso en vacío:
1.150 Kg.
- Peso en operación:
10.000 Kg.



- Diámetro tubería entrada:
DN100 mm.
- Diámetro tubería salida:
DN100 mm.
- Diámetro salida lodos por el fondo:
DN80 mm.
- Material:
AISI 316

➤ **DESCARGA DE SEDIMENTACIÓN**

- Descarga de sedimentos:
Válvula mariposa operada neumáticamente, controlada por tiempo.

➤ **SISTEMA DE RASQUETAS**

- Rasquetas:
Provistas de cadena y palas
- Localización:
Situado en la parte superior del Tanque
- Motor:
Moto-reductor
- R.P.M.:
0,6 – 3,4 min⁻¹, ajustable por un variador de frecuencia.
- Clase de protección:
IP 55.



➤ SISTEMA DE SATURACIÓN DE AIRE

El efluente tratado en el sistema de flotación es sobresaturado con aire a una presión de aproximadamente 6 bar en una bomba gas-líquido multi etapa, con tubería presurizada y cilindro de saturación. Este proceso asegura la completa saturación del agua en aire.

El agua saturada con aire se expande a través de unas válvulas en el frente y la base de la unidad de flotación, lo cual resulta en la formación de numerosas micro burbujas de aire.

- Bomba de recirculación:
Bomba gas-líquido multi-etapa.
- Presión:
6 bar.
- Material eje e impulsor:
AISI 316
- Material carcasa:
Acero Inoxidable.
- Completo con:
Válvulas y tubería de acero inoxidable para el agua de recirculación.

➤ UNIDAD DE CONTROL DE AIRE

La unidad de control de aire consiste en un panel que contiene los conmutadores para la bomba de recirculación y la válvula de extracción de fango sedimentado que opera neumáticamente.

El panel consiste en un reducto de presión de aire, rotámetro y una válvula solenoide.



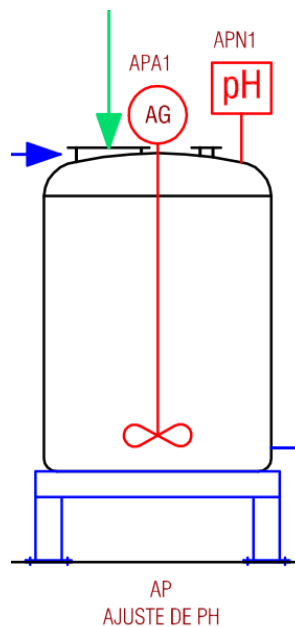
➤ CUADRO DE CONTROL ELÉCTRICO

Cuadro eléctrico, en material metálico, que contiene todos los conmutadores y otros mecanismos para control eléctrico de todo el proceso. Debe ser instalado en lugar seco.

El panel dispone básicamente de:

- ✓ Alarmas ópticas.
- ✓ Interruptores “manual” o “automático” de la mayoría de componentes eléctricos.
- ✓ Variador de frecuencia para el motor eléctrico de la cadena de arrastre de flotados.

3.3.1.12) DEPÓSITO DE NEUTRALIZACIÓN



A este módulo irán a parar las aguas clarificadas a la salida del desengrasador o unidad de flotación (UF 1). Esta agua tiene un carácter ácido, 3-4 pH, por tanto, se

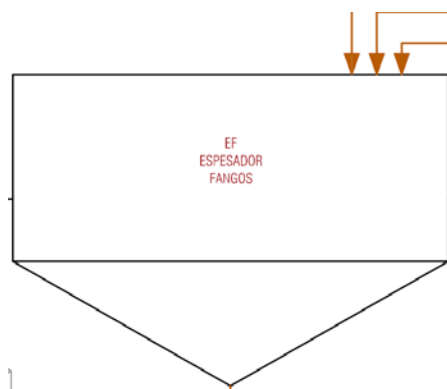


realizará un tratamiento de neutralización con la dosificación de sosa diluida, con el fin de alcanzar un pH 6. Con esto, obtendremos a la salida un agua con un pH normalizado.

Características del depósito:

- Cubicaje:
2,75 m³
- Diámetro:
1,5 m.
- Altura:
1,8 m.
- Material del depósito:
Polipropileno
- Boca de inspección:
0,55 m.
- Estructura portante:
AISI 304
- Otras características:
Soporte para agitador con taladros necesarios en la tapa.
Estructura de elevación.

3.3.1.13) CONCENTRADOR DE FANGOS



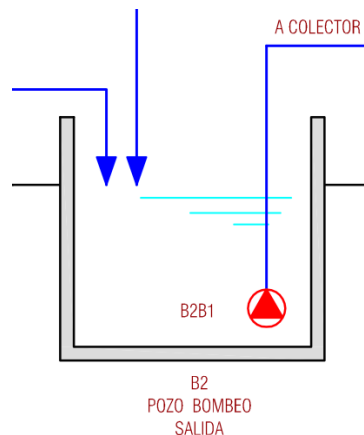


En este módulo nos encontraremos con un depósito de obra civil, en torno a una capacidad de 8000 litros.

El objetivo de este módulo es contener los fangos procedentes del desengrasador, para alimentar posteriormente al filtro centrífugo.

Al incorporar la ampliación a la estación depuradora, a este módulo nos llegarán los fangos bombeados procedentes de la nueva arqueta de obra civil que incluiremos. Esta arqueta bombeará todos los fangos que le llegan desde la unidad de flotación 2, y de los lodos que vienen del decantador y centrífugas del sistema de la línea de extracción de lanolina.

3.3.1.14) POZO DE BOMBEO DE SALIDA



Pozo de obra civil con las siguientes características de construcción:

- Cubicaje:
En torno a 1500 litros de capacidad.
- Materiales de construcción:
Hormigón armado.
Capa aislante para evitar filtramientos.



3.3.1.15) DESHIDRATADOR DE FANGOS

Cumpliendo una serie de parámetros determinados, se puede verter al colector de la comunidad, un componente licuoso denominado “fango”, con un contenido en materia seca variable entre el 1% y 5%.

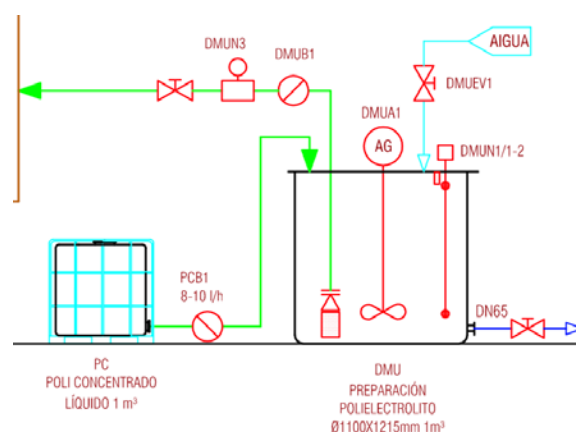
Tradicionalmente, estos fangos, si eran de origen orgánico, se empleaban como abono líquido natural para fertilizar los campos. Pero en muchas ocasiones el suelo que es tratado siempre con los mismos fertilizantes, puede llegar a sufrir efectos de sobredosis en dichas sustancias, derivándose este efecto en la contaminación de aguas subterráneas.

Por lo anterior, la administración exige la deshidratación de estos fangos en la misma planta depuradora, para su dosificación controlada como abono sólido o inertización posterior en vertedero controlado.

Esta deshidratación de fangos, se consigue por medio de equipos, basados en el uso de decantadores centrífugos.

Así por lo tanto nuestro deshidratador centrífugo (el cual funciona como un todo en su función), estará formado por los siguientes equipos:

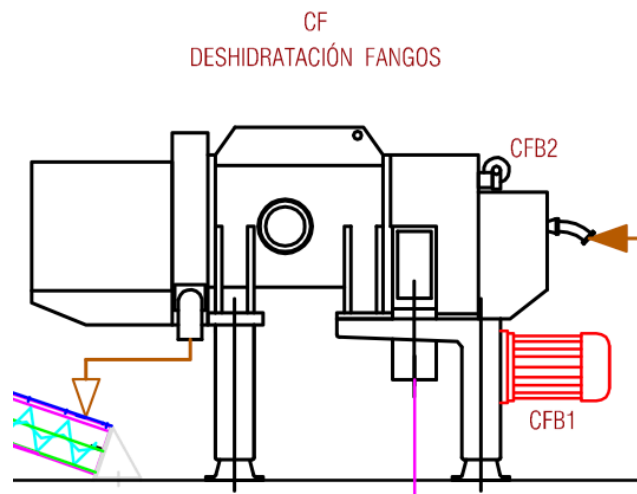
3.3.1.15.1) Depósito de preparación de polielectrolito



En este caso el polielectrolito es aplicado por un sistema el cual añade el polielectrolito concentrado determinado a la mezcla.

- Depósito en acero inoxidable de forma cilíndrica.
- Capacidad
1 m³.
- Depósito de polielectrolito comercial (policoncentrado líquido).

3.3.1.15.2) Decantador centrífugo



Con dos fases de separación, una sólida y otra líquida. Sus características técnicas son:

➤ **Armazón:**

En chapa de acero de gran espesor, sujeto a modo de soporte auto vibrante sobre su propia bancada.

➤ **Rotor:**

Compuesto de un cilindro cónico en acero inoxidable forjado.
Esta aleación permite alcanzar cargas superiores a 65 Kg/mm.



➤ **Espiral sinfín:**

Alojado en el interior del rotor, está construido en acero inoxidable.

La periferia del espiral lleva una aportación de carburo de tungsteno que lo preserva de una prematura erosión aumentando el coeficiente de desgaste.

➤ **Motor principal:**

Provisto de un embrague oleodinámico, poleas y correas dentadas que transmiten el movimiento al rotor.

➤ **Motor rascador de sólidos:**

Dispositivo particular (patentado) para la descarga continua de los sedimentos sólidos, accionado por motor reductor.

➤ **Reductor:**

Tipo epicicloidal, que permite obtener una velocidad de rotación distinta entre el espiral y el rotor, velocidad que puede ser variada conforme a las exigencias del tratamiento mediante un simple cambio de poleas.

➤ **Bancada soporte y amortiguadores.**

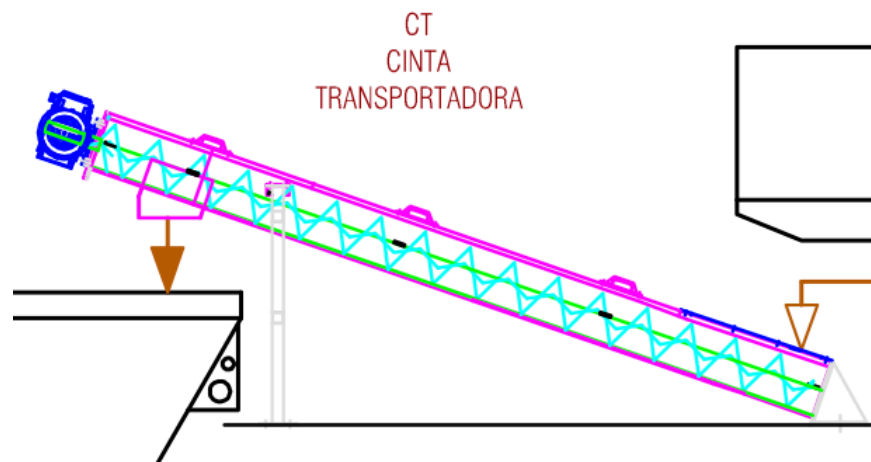
➤ **Dispositivo de seguridad**

Constituido por un micro interruptor que en caso de sobrecarga interrumpe la alimentación, evitando así los atascos.

➤ **Tubo de alimentación:**

Con posibilidad de modificación en marcha, obteniendo un mayor clarificado o un mayor deshidratado de los sólidos.

3.3.1.15.3) SINFÍN (CINTA TRANSPORTADORA)



Sinfín transportador de producto deshidratado. Entre algunas de sus características encontramos:

- Material:
Acero al carbono.
- Diámetro:
0.2 m
- Longitud:
5 m.
- Potencia motor reductor:
1 CV.

SOBRE LA DESHIDRATACIÓN DE FANGOS

La deshidratación de fangos implica la utilización de polielectrolitos catiónicos tanto si los fangos provienen de un tratamiento biológico (aeróbico o anaeróbico) como de tratamiento físico-químico.



En este tipo de plantas, utilizamos polielectrolitos comercial líquido. Se prepara en disoluciones al 1% en el equipo descrito anteriormente. El fango producido en la depuradora, se toma por medio de una bomba de alimentación al decantador. A la salida de la bomba, se inyecta, (en un mezclador especial) el polielectrolito previamente diluido.

Antes de entrar al decantador centrífugo, la mezcla fango-polielectrolito, recorre, en tubería, 4m. para conseguir una perfecta floculación.

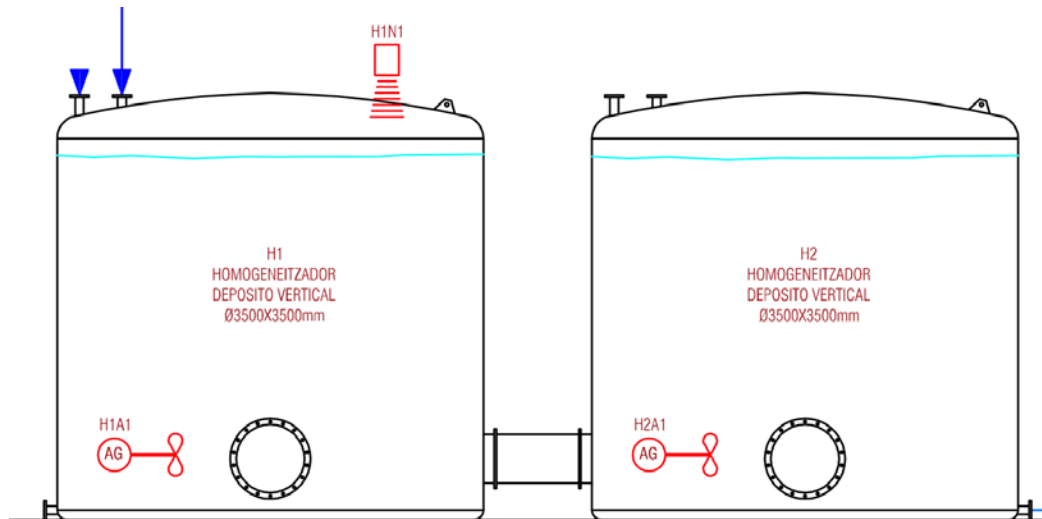
La entrada al decantador, se realiza por medio de un tubo de alimentación. La fase sólida, más pesada, se precipita contra las paredes del cilindro, mientras la fase líquida (agua) forma un anillo de líquido concéntrico. Por unas tuberías o salidas perfectamente dispuestas, el líquido es sacado al exterior, mientras la fase sólida es arrastrada por medio del espiral que gira en el mismo sentido del cilindro, pero a una velocidad distinta y es expulsado hacia el exterior por la parte contraria a la del líquido. Este sólido cae sobre el sinfín exterior que lo conduce al depósito de recogida final.

Los parámetros de funcionamiento estándar de estos equipos son:

- Consumo polielectrolito:
3 – 5 Kg / Tm fango seco
- Rendimiento decantador:
60 – 70% de rto. hidráulico
- Concentración del fango admitido a entrada decantador:
0,5 - 5%
- Sequedad obtenidas en el fango deshidratado:
15 – 30%

3.3.2) EQUIPOS NUEVOS EN EDAR MANUFACTURAS S.A.

3.3.2.1) DEPÓSITOS DE HOMOGENEIZACIÓN



Se incluirán en la ampliación de la depuradora 2 depósitos de homogeneización, con el fin de tener un punto de “estacionamiento” del agua con una alta capacidad. De esta manera, evitaremos desbordes cuando el caudal de entrada aumente, así como “falta” de agua en momentos en los que el lavadero no descargue el total de la capacidad que trataba la depuradora existente.

Además, conseguiremos una mejor optimización en planta, puesto que podremos conseguir un caudal constante y con una mezcla homogénea a la salida de los depósitos. Podremos por tanto trabajar de la manera más eficiente sin preocuparnos de momentos de exceso de caudal o de diferentes eficiencias según la mezcla de agua.

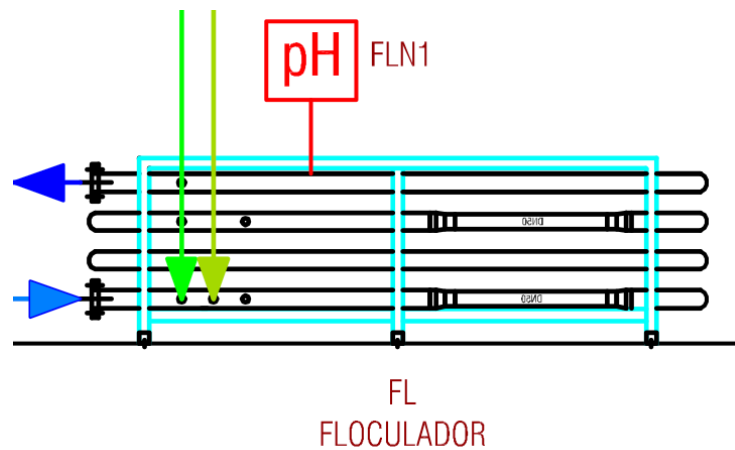
Cabe destacar que los dos depósitos se colocarán juntos y al mismo nivel, trabajando ambos como uno sólo y teniendo un nivel equivalente de agua residual en ambos.



Algunas de las características de estos depósitos son:

- Unidades:
x2
- Orientación:
Vertical
- Material:
Poliéster reforzado con fibra de vidrio PRFV.
- Altura:
3,5 m.
- Diámetro:
3.5 m.
- Capacidad útil:
28,85 m³.

3.3.2.2) SERPENTÍN FLOCULADOR



Tiene como objetivo el realizar una mezcla de las aguas residuales ya homogeneizadas con los correspondientes productos químicos. En este caso, la mezcla se realizará con polielectrolito y ácido clorhídrico. Estas dos sustancias nos



proporcionarán lo necesario para que el agua, que se encontrará en un pH adecuado a su salida, tenga la capacidad de formar flocúlos de materia grasa gracias a el polielectrolito emulsionado.

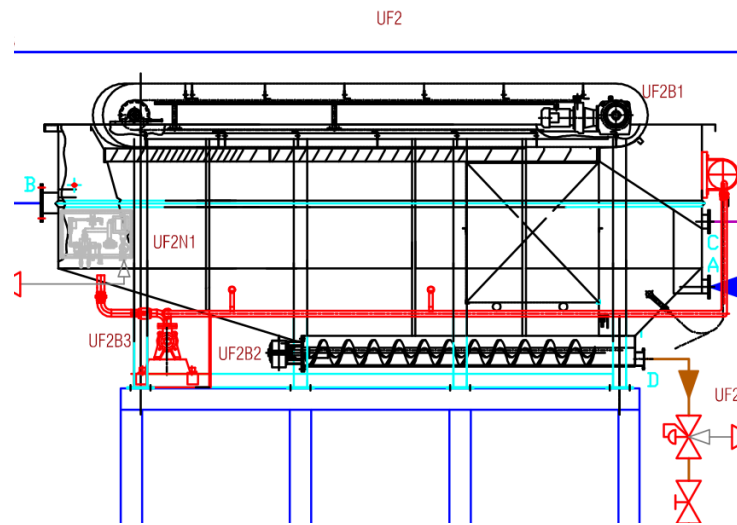
Esta mezcla, será posible gracias a la inyección de estos productos a la entrada del floculador. Después, el agua y los productos añadidos pasarán por un serpentín, que nos hará de mezclador gracias a sus codos. A esto, le añadiremos cambios de sección durante el flujo del serpentín para favorecer cambios de presión y velocidad en el paso del agua consiguiendo una mezcla homogénea.

El floculador irá provisto de un medidor de pH a su salida que nos ayudará a saber si debemos introducir mayor cantidad de ácido clorhídrico o si por el contrario nos estamos excediendo en su dosificación.

Características del floculador:

- Material:
PVC.
- Caudal mínimo:
10 m³.
- Caudal máximo:
15 m³.
- Longitud:
2,5 m
- Altura:
1 m
- Anchura:
1 m
- Conexión entrada:
DN65 (65 mm)
- Conexión de salida:
DN65 (65 mm)

3.3.2.3) UNIDAD DE FLOTACIÓN 2 (DAF 2/UF2)



La unidad de flotación 2 nos permitirá realizar el primer desengrasado, reduciendo casi la totalidad de la carga que posteriormente irá a parar a la unidad de flotación ya existente. Esta unidad de flotación además de tener mucha mayor capacidad y eficiencia, será la encargada de separar la grasa que posteriormente se tratará en la línea de extracción de lanolina. Es por tanto un paso muy importante, puesto que cuanto mayor sea su eficiencia, mayor cantidad de lanolina final obtendremos, con su correspondiente beneficio, ya que la lanolina tendrá un mercado de salida después de su obtención.

El módulo flotación cumplirá la función de emulsionar, mediante aireación (aire disuelto) las grasas presentes en las aguas residuales procedentes de la lana lavada para separarlas por flotación con una rasqueta, la cual barrerá las espumas formadas en la superficie y las depositará en la arqueta de fangos que explicamos a continuación.

Estas grasas que obtenemos serán casi en su totalidad lo que denominamos LANOLINA, y que posteriormente serán llevadas a su correspondiente línea de extracción de dicha materia. Dependiendo del grado de pureza que obtengamos al final, la lanolina obtenida será de mayor o menor coste en el mercado.



Las aguas libres de grasas y aceites serán evacuadas a través de un rebosadero sorteando unas pantallas deflectoras para evitar la fuga de las grasas. Esta agua, serán redireccionadas hasta el antiguo depósito fisicoquímico, al que posteriormente añadiremos una serie de productos químicos que nos ayudarán en la posterior clarificación del agua, así como en la eliminación del resto de grasas (cantidad mínima y que no dará problemas a la unidad de flotación 1 existente). Esta reducción de grasa previa en su mayoría, nos permitirá elevar en gran medida el caudal de trabajo soportado por la depuradora existente.

La formación de espumas (grasas) se realizará de la siguiente manera. Se recirculará una parte del agua tratada y se presurizará a 6 bar para poder disolver más cantidad de aire. Una vez saturada de aire esta agua presurizada se mezclará con la alimentación y al despresurizarse se formarán burbujas de aire de un tamaño de entre 30 y 50 micras que tienen una mayor eficiencia de arrastre que las burbujas de mayor tamaño.

Algunos sólidos pesados decantarán en la parte inferior y serán arrastrados por un tornillo sinfín de sedimentación. La descarga es controlada mediante este tornillo sinfín con acción temporizada. El ciclo de descarga también tiene un efecto de auto limpiado debido al choque instantáneo del volumen total de agua en el sistema. Cualquier partícula adherida en las paredes se despega y sigue el camino inicial del flujo.

La unidad de flotación 2, DAF 2 (Flotación por aire disuelto) está construido con un módulo de aireación de recirculación y un panel de control neumático para regular el suministro de aire en la sección de aireación y el sinfín de descarga de sedimentos.

A continuación realizamos un desglose de las partes de esta unidad de flotación según las características de cada una de ellas:



➤ **TANQUE DE FLOTACIÓN**

Tanque rectangular con fondo trapecoidal de recogida de decantados.

- Caudal máximo:
$15 \text{ m}^3/\text{h}$
- Largo:
5,25 m
- Ancho total:
2,4 m
- Altura:
2,35 m
- Peso total:
13.500 Kg.
- Entrada:
DN 100 (100 mm)
- Salida:
DN 100 (100 mm)
- Flotados:
DN 150 (150 mm)
- Descarga de fangos:
DN 80 (80 mm)
- Material:
AISI 316

➤ **DESCARGA DE SEDIMENTACIÓN**

- Descarga de sedimentos:
Tornillo sinfín equipado motor reductor, controlado por tiempo.

➤ **SISTEMA DE RASQUETAS**

- Rasquetas:



Provistas de cadena y palas

- Localización:
Situado en la parte superior del Tanque
- Motor:
Moto-reductor
- R.P.M.:
0,4 – 4 min⁻¹, ajustable por un variador de frecuencia.
- Clase de protección:
IP 55.

➤ **SISTEMA DE SATURACIÓN DE AIRE**

El efluente tratado en el sistema de flotación es sobresaturado con aire a una presión de aproximadamente 6-7 bar en una bomba gas-líquido multi etapa, con tubería presurizada y cilindro de saturación. Este proceso asegura la completa saturación del agua en aire.

El agua saturada con aire se expande a través de unas válvulas en el frente y la base de la unidad de flotación, lo cual resulta en la formación de numerosas micro burbujas de aire.

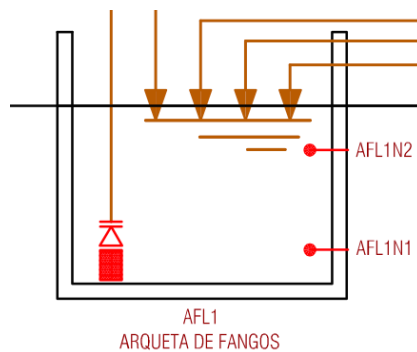
- Bomba de recirculación:
Bomba gas-líquido multi-etapa.
- Presión:
6-7 bar.
- Material eje e impulsor:
AISI 316
- Material carcasa:
Acero Inoxidable.
- Completo con:
Válvulas y tubería de acero inoxidable para el agua de recirculación.



➤ UNIDAD DE CONTROL DE AIRE

El control del aire y de su presión se realizará gracias a un presostato, el cual nos facilitará actuar o no sobre la bomba de presurización mediante la posterior programación.

3.3.2.4) ARQUETA DE FANGOS



Pozo de obra civil con las siguientes características de construcción:

- Cubicaje:
En torno a 1000 litros de capacidad.
- Materiales de construcción:
Pozo de 1m de profundidad
Paredes de hormigón armado
Capa aislante para evitar filtramientos.

3.3.2.5) LÍNEA DE EXTRACCIÓN DE LANOLINA

Serán los módulos encargados de obtener la lanolina, en su composición más pura posible para su posterior venta al mercado. Para su obtención, tendremos a la entrada toda la materia grasa que ha separado la unidad de flotación 2 (DAF 2). Estas grasas, serán tratadas mediante un decantador y dos centrífugas, dedicadas a separar líquidos



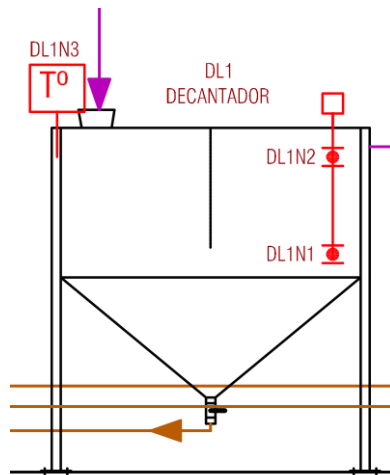
de diferentes densidades, de manera que a la salida podamos separar el agua y aceites menos densos de la grasa denominada lanolina.

Cabe destacar que la implantación de esta línea de lanolina la lleva a cabo una empresa externa, de procedencia italiana, ya que existe un gran desconocimiento de la materia a tratar así como de los procedimientos para su obtención.

Todos los sensores y actuadores de esta sección (línea de extracción de lanolina), así como su cuadro eléctrico y sistema de automatización, serán trasladados junto con toda la maquinaria directamente por la empresa encargada de su puesta a punto.

Como ya hemos dicho, esta línea de extracción consta de tres elementos principales, los cuales mostramos a continuación:

3.3.2.5.1) DECANTADOR L.E.L.



Formado por una vasca de recogida de lanolina.

Su único objetivo será el de calentar la materia recogida a una temperatura determinada, la cual regularemos gracias a una sonda de temperatura. Una vez



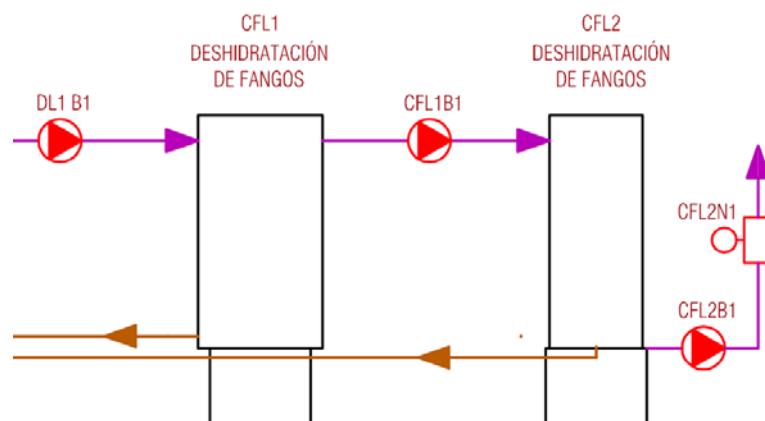
tengamos las diferentes grasas a una temperatura constante determinada, esta vasca funcionará como un simple decantador, obteniéndose en las capas más bajas restos de lodos que aún pueda contener la mezcla. Estos lodos serán evacuados hasta la arqueta de fangos.

En las capas más altas conseguiremos las grasas, es decir, la lanolina, si bien cabe destacar que no tendrá una pureza destacable por el momento.

Características:

- Material:
AISI 316
- Altura:
2 m
- Anchura:
1,2 m
- Profundidad:
2,3 m

3.3.2.5.2) CENTRÍFUGA 1 y 2 L.E.L.





Las centrífugas servirán para la purificación o clarificación de destilados, aceites marinos diesel, aceites combustibles intermedios y pesados y los aceites lubricantes usados en instalaciones marinas y centrales eléctricas, además de otros tipos de grasas (entre las cuales podemos encontrar la lanolina).

El sistema de separación está diseñado para la descarga automática del lodo separado.

Cada sistema de separación comprende:

- ✓ Un separador de grasas.
- ✓ Equipos auxiliares incluyendo unidad de control EPC-41.

El separador se puede entregar con o sin la bomba de alimentación. Una instalación con una bomba de alimentación separada también está recomendado.

➤ **CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS**

- Las características principales del sistema son:
 - ✓ Diseño simple pero robusto.
 - ✓ Unidad de control electrónico EPC-41 con función de control de temperatura.
- Los principales beneficios son:
 - ✓ FLEXIBILIDAD.
 - ✓ INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SENCILLOS

➤ **PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA**

El sistema de separación de grasa es operado automáticamente por la unidad de control EPC-41, excepto para el arranque del separador.

El tazón del separador se puede utilizar como un purificador o como un clarificador.



Un purificador separa el espacio de lodos, descargándose de forma intermitente.

En un clarificador, la salida de agua está bloqueada es decir, la capacidad de manejo de agua es limitado.

En el modo de purificador, la unidad EPC-41 controla automáticamente el agua admitido en el separador para el sellado de agua y el desplazamiento de aceite antes de la aprobación de la gestión de lodos. Durante el funcionamiento normal, será posible monitorizar los principales parámetros de funcionamiento. La unidad EPC-41 ofrece funciones de alarma caso de fallo en el sellado de agua, baja presión de aceite, alta presión de retorno o fallo de alimentación. También se producirán alarmas para los errores relacionados con la unidad EPC-41.

Además, las funciones están disponibles para la alarma de alta / baja temperatura del aceite cuando se monta el sensor de temperatura Pt-100 opcional y de alarma de vibración cuando se instala el interruptor de vibración opcional.

Cuando se opera en el modo de purificación, un disco gravedad adecuado se ha de instalar para obtener la posición de interfaz correcto en el recipiente separador, es decir, el límite entre el aceite y el agua. El tamaño de disco de gravedad debe ser seleccionado para que coincida con la velocidad de alimentación de aceite de la densidad, viscosidad / temperatura y aceite al separador. En el modo de clarificador, un disco clarificador se instala en lugar del disco de gravedad.

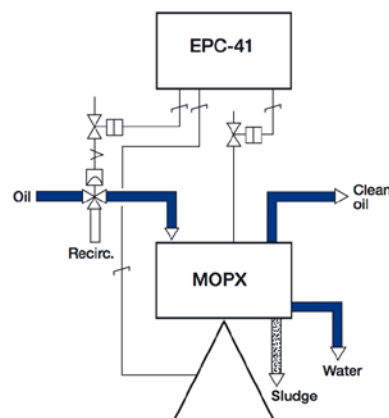


Figura 25: Esquema de proceso de la centrífuga extractora de lanolina



➤ EQUIPOS BÁSICOS DEL SISTEMA

- Separador de grasas con o sin bomba de alimentación.
- Bloque de válvulas de solenoide, agua.
- Pulsador de parada de emergencia.
- Unidad de control EPC-41.
- Bloque de válvulas de solenoide, aire.
- Mangueras flexibles.
- Interruptor de alta presión.
- Interruptor de baja presión.
- Manómetro.
- Válvula de regulación.
- Válvula neumática de 3 vías.

El equipo adicional necesario para la operación:

- ✓ Motor eléctrico y motor de arranque.
- ✓ Un conjunto de herramientas.
- ✓ Tanque de agua de servicio.
- ✓ Bomba independiente de alimentación de aceite con filtro y motor de arranque (para separadores sin bomba incorporada).
- ✓ Sistema de calefacción del aceite

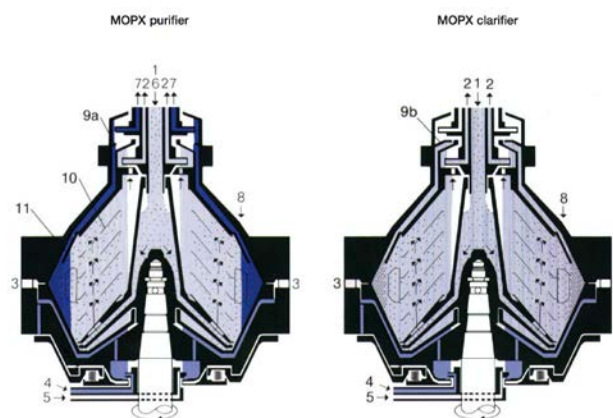


Figura 26: Ilustración de la sección de las centrífugas de lanolina



3.3.3) MEDIDORES/SENSORES

3.3.3.1) SENSORES DE NIVEL

Es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.

Integral para el control de procesos en muchas industrias, los sensores de medición de nivel se dividen en dos tipos principales. Los sensores de medición de punto de nivel se utilizan para marcar una altura de un líquido en un determinado nivel preestablecido. Generalmente, este tipo de sensor funciona como alarma, indicando un sobre llenado cuando el nivel determinado ha sido adquirido, o al contrario una alarma de nivel bajo. Los sensores de nivel continuos son más sofisticados y pueden realizar el seguimiento del nivel de todo un sistema. Estos miden el nivel del fluido dentro de un rango especificado, en lugar de en un único punto, produciendo una salida analógica que se correlaciona directamente con el nivel en el recipiente. Para crear un sistema de gestión de nivel, la señal de salida está vinculada a un bucle de control de proceso y a un indicador visual.

Las técnicas electrónicas para medición de nivel están basadas en los principios de capacitancia, conductividad y resistencia.

Estos principios pueden ser aplicados para medir nivel de líquidos o sólidos. La selección del principio de medición depende del medio a ser medido, de las condiciones de operación, de la configuración del recipiente y del tipo de funcionamiento requerido (control, alarma, indicación).

A continuación explicaremos algunos de los tipos de medición de nivel:

3.3.3.1.1) NIVEL TUBULAR

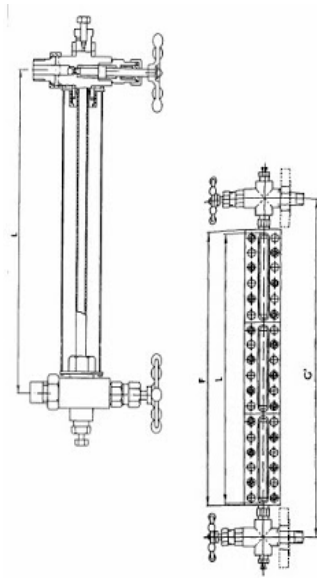


Figura 27: Ilustración de un sensor de nivel tubular

Consiste en un tubo de vidrio con sus extremos conectados a bloques metálicos y cerrados por prensaestopas que están unidos al depósito generalmente mediante tres válvulas, dos de cierre de seguridad en los extremos del tubo para impedir el escape del líquido en caso de rotura del cristal y una de purga.

El líquido sube por el tubo hasta igualar al nivel del depósito

- **LIMITACIONES:**

- ✓ No soportan mucha presión (máx. 7 bar)
- ✓ No soportan mucha temperatura
- ✓ No son resistentes a los impactos
- ✓ No se pueden usar líquidos que manchen el interior del tubo

Para presiones elevadas el cristal es grueso, de sección rectangular y está protegido por una armadura metálica

3.3.3.1.2) MEDIDOR DE NIVEL DE FLOTADOR

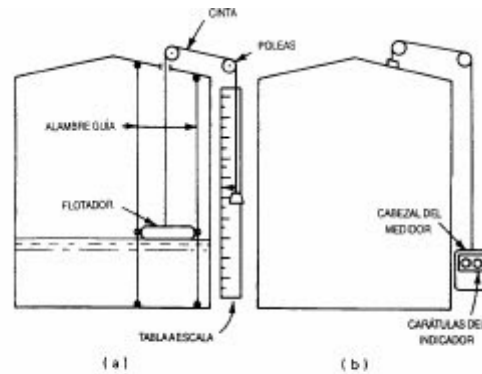


Figura 28: Esquema de un medidor de nivel flotador

Medidores de flotador y cinta.
a) Indicador de tabla a escala.
b) Medidor de lectura en tierra

Consiste en un flotador ubicado en contacto con el fluido y conectado al exterior del depósito indicando directamente el nivel sobre un escala graduada.

Distintos tipos de nivel de flotador:

➤ **DE REGLETA:**

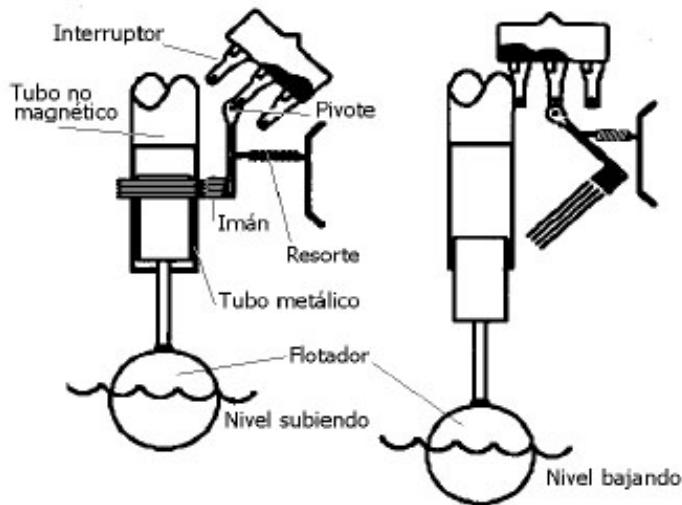
El contrapeso se mueve en sentido contrario al flotador por una regleta calibrada

➤ **DE UNIÓN MAGNÉTICA:**

El flotador hueco, que lleva en su interior un imán, se desplaza a lo largo de un tubo guía vertical no magnético.

Es fácil instalar contactos a lo largo de la regleta para fijar alarmas de nivel.

3.3.3.1.3) INTERRUPTOR DE NIVEL TIPO FLOTADOR O BOYA



Consta de un flotador pendiente del techo del depósito por una barra a través de la cual transmite su movimiento a un ampolla de mercurio (la hace bascular) con un interruptor.

Figura 29: Esquema de un sensor de nivel del tipo flotador

Si el nivel alcanza al flotador lo empuja en sentido ascendente, ascendiendo si la fuerza supera al peso del flotador.

Este movimiento es transmitido por la barra y el interruptor cambia de posición.

La ampolla es de acero inoxidable no magnético.

Señal del tipo todo-nada.

- **VENTAJAS:**

- ✓ Estos instrumentos tienen una precisión del 0,5%.
- ✓ Son adecuados en la medida de niveles en depósitos abiertos y cerrados.
- ✓ Son independientes del peso específico del fluido.

- **INCONVENIENTES:**

- ✓ El flotador es susceptible de agarrotamientos por eventuales depósitos de sólidos que el líquido pueda contener.

3.3.3.1.4) MEDIDOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL

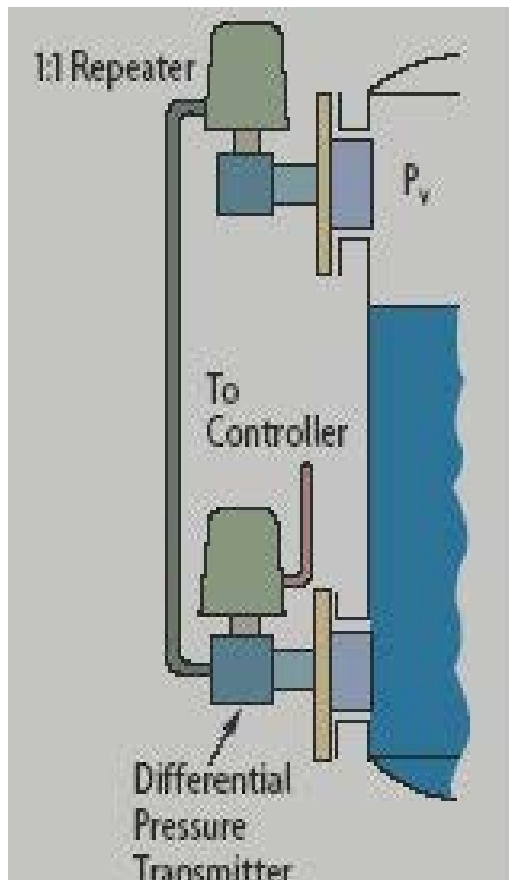


Figura 30: Dibujo de las diferentes partes de un medidor de presión diferencial

Consiste en un diafragma en contacto con el fluido del depósito, que mide la presión hidrostática en un punto del fondo del depósito.

Tanque abierto: el nivel del líquido es proporcional a la presión en el fondo. Se coloca un medidor de presión.

Tanque cerrado: diferencia de presión ejercida por el líquido en el fondo y la presión que tiene el depósito

El diafragma forma parte de un transmisor neumático, o electrónico de presión diferencial.

Precisión $\pm 0.5\%$ en los neumáticos, $\pm 0.2\% - \pm 0.3\%$ en los electrónicos y de $\pm 0.15\%$ en los "Smart sensor".

El material del diafragma debe ser adecuado como para resistir la corrosión del fluido: acero inoxidable 316, monel, tantalio, hastelloy B, etc.

3.3.3.1.5) MEDIDOR DE NIVEL POR BURBUJEO

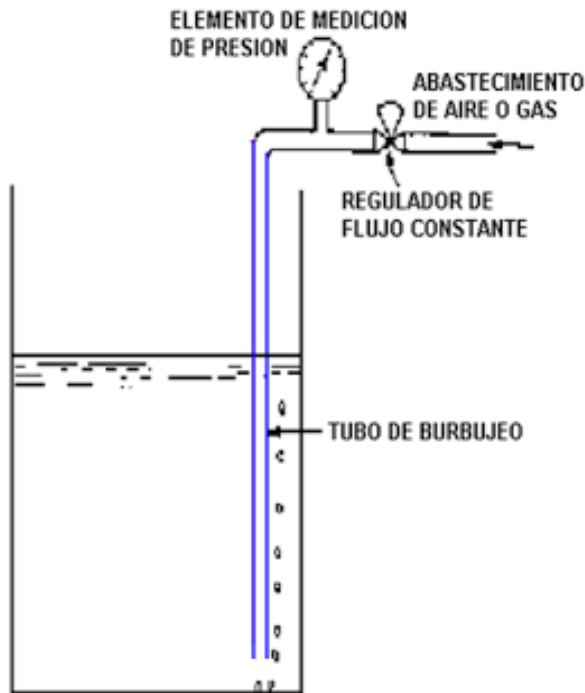


Figura 31: Esquema de medidor de nivel por burbujéo

Se emplea un tubo sumergido en el líquido por el que se hace burbujear aire o gas mediante un rotámetro con un regulador de caudal incorporado hasta producir una corriente continua de burbujas.

La presión requerida para producir el flujo continuo de burbujas es una medida de la columna de líquido (i.e. La presión del gas en la tubería equivale a la presión hidrostática ejercida por la columna de líquido equivale al nivel del depósito).

Sistema muy ventajoso en aplicaciones con líquidos corrosivos o con materiales en suspensión (el fluido no penetra en el medidor, ni en la tubería de conexión).

No se recomienda su empleo cuando el fluido de purga perjudica al líquido y para fluidos altamente viscosos donde las burbujas formadas del gas de purga presentan el riesgo de no separarse rápidamente del tubo.

3.3.3.1.6) MEDIDOR RADIOACTIVO

Consiste en un emisor de rayos X, montado a un costado del depósito y con un detector (el cual incluye un contador) que transforma la radiación recibida en una señal eléctrica CC.

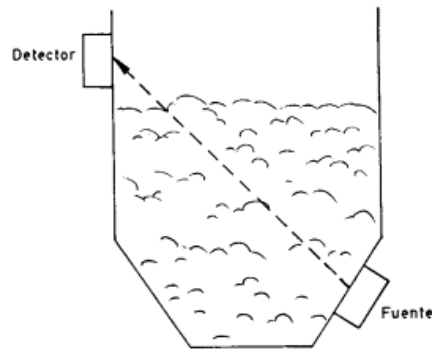


Figura 33: Dibujo sobre el funcionamiento de un nivel radioactivo

Como la transmisión de los rayos es inversamente proporcional a la masa del fluido en el depósito, la radiación captada por el receptor es inversamente proporcional al nivel del fluido ya que el material absorbe parte de la energía emitida.

La potencia emisora de la fuente decrece con el tiempo, por lo que hay que recalibrar estos instrumentos.

Su aplicación se ve limitada por las dificultades técnicas y administrativas que conlleva el manejo de fuentes radioactivas (recorrer a la normativa local sobre protecciones en cuanto a elementos radioactivos).

La precisión en la medida es de ± 0.5 a $\pm 2\%$, y el instrumento puede emplearse para todo tipo de líquidos ya que no está en contacto con el proceso.

La lectura viene influida por el aire o los gases disueltos en el líquido.

El sistema se emplea en caso de medida de nivel en depósitos de acceso difícil o peligroso. Son óptimos para medir fluidos con alta Temperatura, líquidos muy corrosivos reactores de polímeros porque no existe contacto

3.3.3.1.7) MEDIDOR CAPACITIVO

Se basa en medir la variación de capacitancia de un condensador cuando va variando el medio dieléctrico entre sus placas.

Con el depósito metálico e introduciendo una sonda metálica sin contacto entre ambos, se forma un condensador.

Al variar el nivel de líquido varía proporcionalmente la capacidad.

Si el depósito no es metálico se introducen dos sondas.

En fluidos no conductores se emplea un electrodo normal y la capacidad total del sistema se compone de la del líquido, la del gas superior y la de las conexiones superiores.

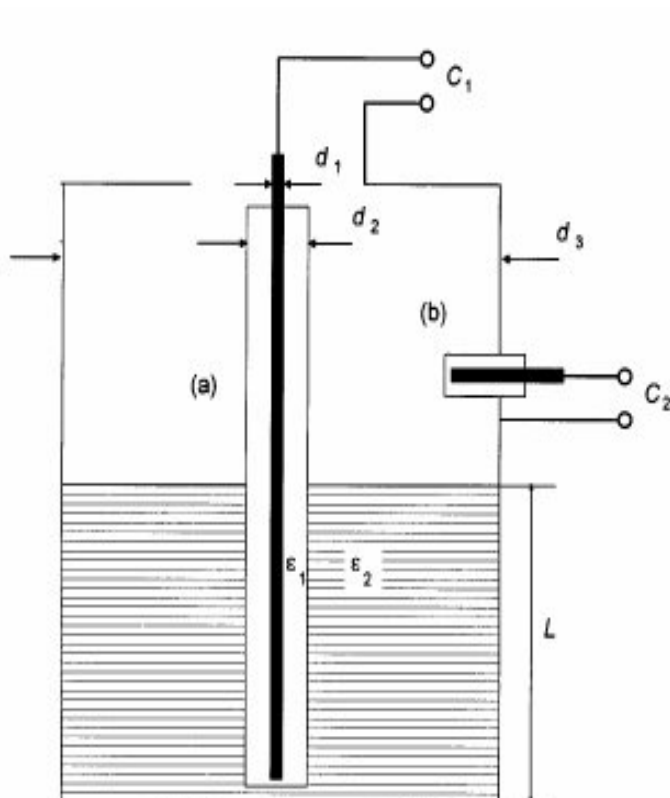


Figura 34: Esquema transversal de un sensor capacitivo

En fluidos conductores el electrodo está aislado

Usualmente con teflón interviniendo las capacidades adicionales entre el material aislante y el electrodo en la zona del líquido y del gas. La precisión de los transductores de capacidad es de $\pm 1\%$.

Se caracterizan por no tener partes móviles, son ligeros, presentan una buena resistencia a la corrosión y son de fácil limpieza.

Tiene el inconveniente de que la temperatura puede afectar las constantes dieléctricas (0,1 % de aumento de la constante dieléctrica/_C) y de que los posibles contaminantes contenidos en el líquido puedan adherirse al electrodo variando su capacidad y falseando la lectura, en particular en el caso de líquidos conductores.

También se usan como interruptores de nivel.

3.3.3.1.8) MEDIDORES POR ULTRASONIDOS

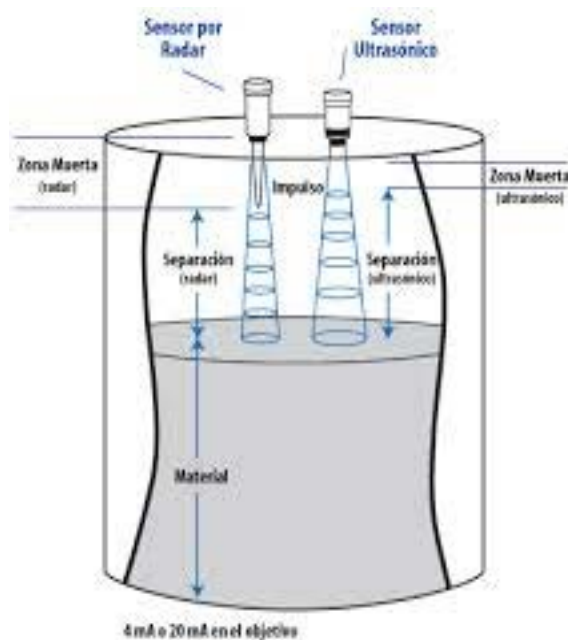


Figura 35: Funcionamiento de un sensor por ultrasonido

Se basa en la emisión de un impulso ultrasónico a una superficie reflectante y la recepción del eco del mismo en un receptor.

El retardo en la captación del eco depende del nivel del depósito.

Los sensores ultrasónicos trabajan a una frecuencia de unos 20 Khz. Estas ondas atraviesan con cierto amortiguamiento o reflexión el medio ambiente de gases o vapores y se reflejan en la superficie del sólido o del líquido.

La precisión de estos instrumentos está en el intervalo de ± 1 a 3 %.

El tiempo depende de la temperatura, por lo que hay que compensar las medidas.



Hay que evitar que existan obstáculos (por ej. espumas) en el recorrido de las ondas, aunque algunos medidores compensan los ecos fijos debidos al perfil del depósito (mediante software).

3.3.3.1.9) MEDIDOR DE TIPO CONDUCTIVÍMETRO

Consta de una sonda con uno, dos o más electrodos. Cuando estos entran en contacto con el líquido conductor se cierra un circuito eléctrico, que a través de la unidad amplificadora conmuta un contacto.

Se usa como interruptores de nivel en recipientes de líquidos conductores que no sean ni muy viscoso ni corrosivos, aunque también se usa para medidas continuas.

El líquido debe ser lo suficientemente conductor como para excitar el circuito electrónico. La impedancia mínima es del orden de los 20 MO/cm, y la tensión de alimentación es alterna para evitar fenómenos de oxidación en las sondas por causa del fenómeno de la electrólisis.

Cuando el líquido moja los electrodos se cierra el circuito electrónico y circula una corriente segura del orden de los 2 mA; el relé electrónico dispone de un temporizador de retardo que impide su enclavamiento ante una ola del nivel del líquido o ante cualquier perturbación momentánea o bien en su lugar se disponen dos electrodos poco separados enclavados eléctricamente en el circuito.

El instrumento se emplea como alarma o control de nivel alto y bajo, utiliza relés eléctricos para líquidos con buena conductividad y relés electrónicos para líquidos con baja conductividad.

Conviene que la sensibilidad del aparato sea ajustable para detectar la presencia de espuma en caso necesario.

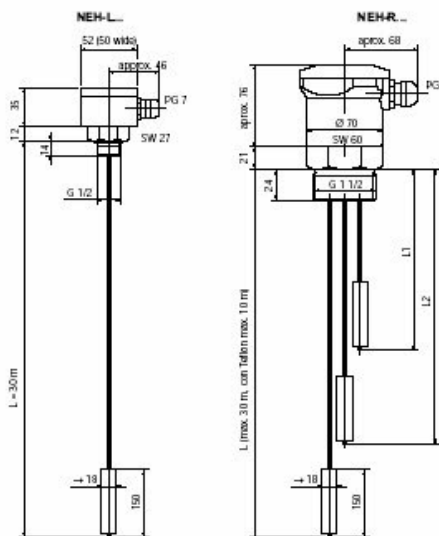


Figura 36: Medidor de conductivímetro

Estos interruptores de límite se utilizan para monitoreo de nivel y control de bombas de líquidos conductivos. Los instrumentos operan bajo el principio conductivo. Se aplica un bajo voltaje a.c. entre la pared conductiva del tanque o el electrodo a tierra (electrodo más largo) y un electrodo de punto de interrupción. Si el medio conductivo toca los electrodos, una corriente alterna insignificante fluye a través de los electrodos y el medio conductivo al relé del electrodo.

Los electrodos suspendidos se adecúan idealmente para la instalación cuando el espacio es escaso.

Para control min. /máx. dos electrodos de punto de interrupción se deben conectar al relé.

3.3.3.1.10) SERVOPOSICIONADORES

Gran precisión: 1mm con alta repetitividad y sensibilidad.

Mide de forma continua la tensión de un hilo del que pende un contrapeso (en forma de disco).

El sistema está en equilibrio cuando el contrapeso tiene un ligero contacto con el líquido. Al cambiar el nivel del líquido, varía la tensión del hilo lo que es detectado por un servoposicionador. Éste tiende a restituir el equilibrio de tensiones subiendo o bajando el contrapeso.



Hay versiones de estos equipos para tanques atmosféricos, esferas de GLP a presión, y de acero inoxidable para la industria alimenticia.

3.3.3.1.11) NIVEL SISTEMAS DE RADAR

Se basan en un principio similar al de los niveles ultrasónicos. No necesitan ningún contacto con el líquido, ni incorporan ningún elemento que se mueva, por lo que su aplicación es ideal en productos muy viscosos (incluso asfaltos), o en sistemas en movimiento (como barcos).



Rango de medida: hasta 40m.

Precisión: 2mm.

Foto 20: Sensor de radar

3.3.3.1.12) NIVEL DE MEMBRANA

El controlador a membrana debe estar expuesto al material a controlar. A medida que el material entra en el silo/tanque se amontona y cubre la membrana, la presión que ejerce la obliga a retroceder presionando el mecanismo que acciona el micro-ruptor inversor unipolar que posee.

Siempre que sea posible, es preciso montar los controladores en superficies verticales. Esto asegura que el material fluya libremente hacia y desde la membrana,



facilitando el trabajo del controlador. Los materiales de baja densidad necesitan una cobertura total de la membrana vertical para activar el micro-ruptor.

También pueden montarse horizontalmente para señalar obstrucciones en sistemas de transporte o superficies cuya inclinación no sea superior al 40% de la vertical y siempre que los materiales que fluyan por el silo o conducto, al vaciarse, dejen la membrana completamente libre.

Los controladores de nivel alto deben estar montados lo suficientemente “bajos” para que el material alcance y cubra completamente a la membrana antes de que la señal de nivel alto sea necesaria.



Foto 21: Sensor de membrana

Al contrario, los de nivel bajo deben montarse lo bastante “bajos” como para que el material deje libre la membrana con el tiempo suficiente para actuar sobre los sistemas de control.

3.3.3.2) SENSORES DE NIVEL EXISTENTES EN EDAR MANUFACTURAS S.A.

Como gran parte de la planta depuradora lleva tiempo en funcionamiento, ésta de por sí lleva asociada una serie de sensores de nivel a lo largo del proceso.



Si bien no nos extenderemos por razones obvias, si necesitamos crear un listado de los sensores que influirán en el control del proceso completo:

NOMENCLATURA	TIPO DE SENSOR
DB1N1	Nivel de boya (Interruptor flotador)
PP2N1/1	Nivel de membrana (Interruptor de membrana)
PP2N1/2	Nivel de membrana (Interruptor de membrana)
PP1N1/1	Nivel de membrana (Interruptor de membrana)
PP1N1/2	Nivel de membrana (Interruptor de membrana)
DMUN1/1	Nivel de membrana (Interruptor de membrana)
DMUN1/2	Nivel de membrana (Interruptor de membrana)

Tabla 12: Sensores de nivel actuales en planta

3.3.3.3) SENSORES DE NIVEL A INSTALAR EN EDAR MANUFACTURAS S.A.

3.3.3.3.1) SENSOR DE RADAR VEGAPULS WL 61 (H1N1)

VEGAPULS WL61 es un sensor de radar ideal para todas las aplicaciones en el campo del agua y aguas residuales. Es especialmente adecuado para la medición de nivel en el tratamiento de agua, en estaciones de bombas así como depósitos rebosadero de lluvia, para la medición de flujo en canales abiertos y el control de nivel.



Desde la antena del sensor de radar se emiten impulsos cortos de radar con una duración aproximada de 1ns. Dichos impulsos son reflejados por el producto y captados en forma de ecos por la antena. El tiempo de duración de los impulsos de radar desde la transmisión hasta la recepción es proporcional a la distancia y de esta forma a la altura de llenado. La altura de llenado determinada de esta forma se transforma en una señal de salida correspondiente y emitida como valor medido.

VEGAPULS WL61 representa una solución económica debido a las posibilidades de montaje universales y fáciles. La carcasa segura contra inundación IP 68 garantiza un régimen continuo sin mantenimiento.

- **VENTAJAS:**

- ✓ Operación sin mantenimiento gracias al método de medición sin contacto.
- ✓ Gran disponibilidad de instalación gracias a la ausencia de desgaste y de mantenimiento.
- ✓ Resultados exactos de medición independientemente de las condiciones de producto, de proceso y ambientales.

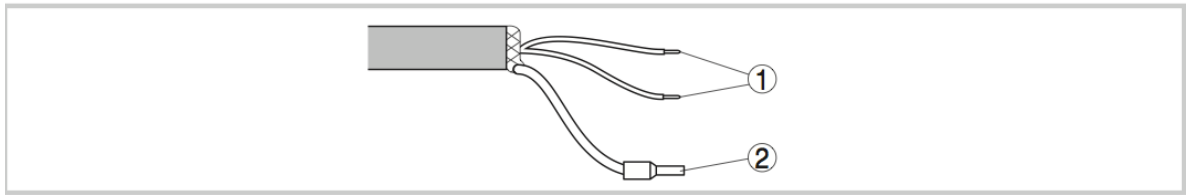
Las piezas del equipo en contacto con el medio están hechas de Valox PBT O PP. La junta de proceso es de FPM. El cable de conexión está aislado con PUR.

La carcasa está optimizada para aplicaciones en el área de aguas residuales y está hecha de Valox PTB. Gracias al racor atornillado sellado se alcanza el grado de protección IP 68 (2 bar).

Este equipo está disponible en diferentes versiones electrónicas. Junto con la electrónica de dos hilos con 4...20mA/HART son posibles dos versiones puramente digitales con profibus PA y Foundation Fieldbus.



Conexión eléctrica:



Dotación de conductores, cable de conexión de conexión fija.

- 1) pardo(+) y azul (-) hacia la alimentación de tensión o hacia el sistema de evaluación.
- 2) Blindaje.

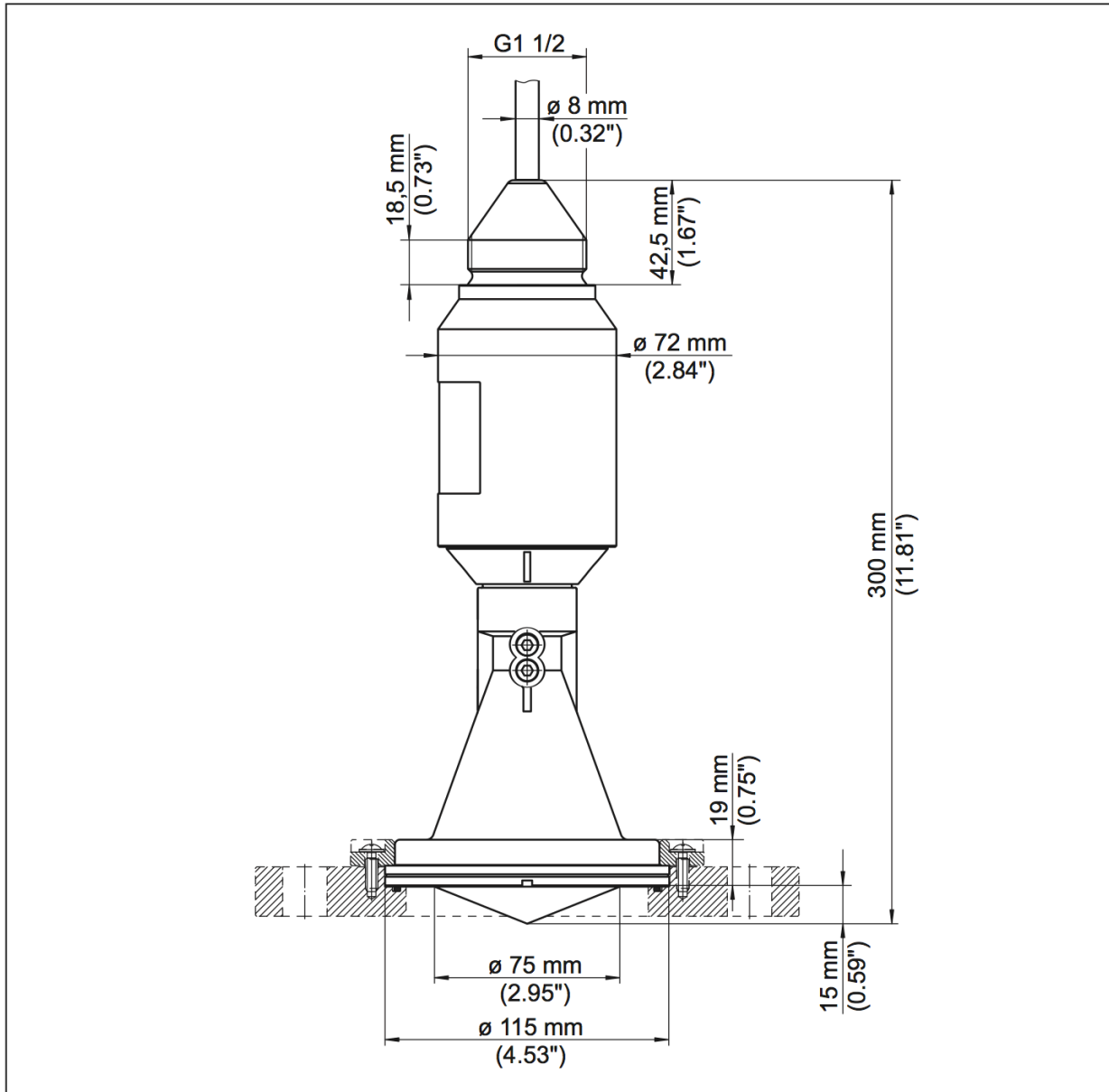
Características del sensor VEGAPULS WL 61:

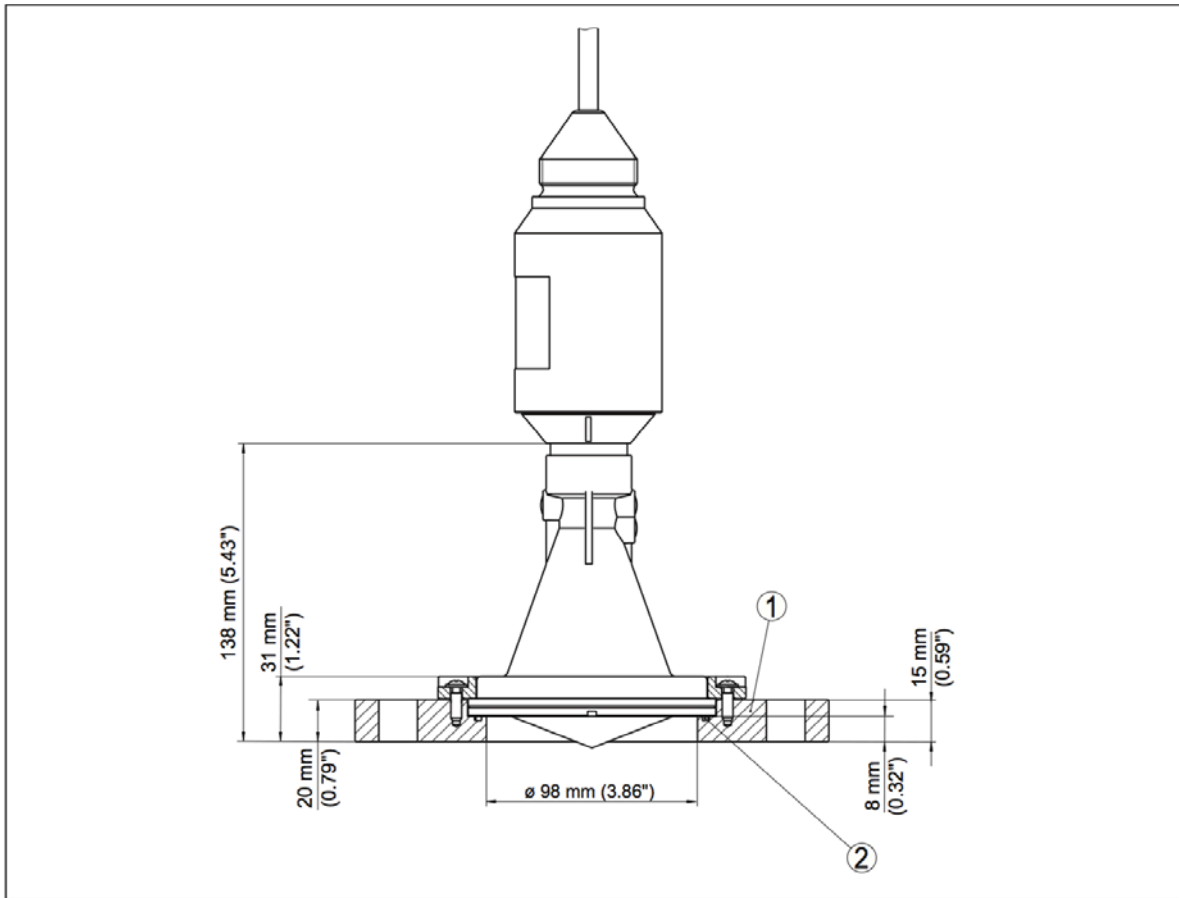
- Rango de medida:
15m.
- Error de medición:
 $\pm 2\text{mm}$.
- Conexión de proceso:
Rosca G1½, estribo de montaje, bridas sueltas a partir de DN 80
- Presión de proceso:
-1...+2 bar/-100...+200 kPa (-14,5...+29 psig)
- Temperatura de proceso:
-40...+80 °C
- Temperatura ambiente, de almacenaje y transporte:
-40...+80 °C
- Tensión de trabajo:
9,6...36 VDC.



➤ PLANOS Y/O MEDIDAS:

VEGAPULS WL 61:



VEGAPULS WL 61, BRIDA ADAPTADORA:***3.3.3.3.2) INTERRUPTOR DE FLOTADOR PILSA TMHYE (AFL1N1...2)***

Colocaremos dos sensores FILSA TMHYE:



Foto 22: Sensor FILSA TMHYE

El interruptor HYPALÓN, se trata de un regulador de nivel totalmente recubierto de Hypalón vulcanizado bajo prensa y equipado con un cable manguera de tres conductores, también recubierto en Hypalón, y un



contrapeso de resina cargada regulable. Los interruptores TMHY-E son un sistema simple y seguro para controlar el nivel de líquidos, tanto en el llenado, como en el vaciado de depósitos, pozos, fosas sépticas, etc.

La cubierta de Polipropileno homopolímero posee una envoltura de Hypalón vulcanizado, lo que hace que resista a la mayoría de productos agresivos, tales como ciertos ácidos, alcaloides y multitud de productos químicos e hidrocarburos.

Los interruptores TM HY-E están contruidos por un microrruptor conmutado, alojado herméticamente en el interior de una cubierta de forma bicónica, de la que sale un cable de tres conductores para su instalación.

FUNCIONAMIENTO:

Cuando el nivel del líquido llega a la altura del interruptor, éste cambia de posición un cierto ángulo, 15° por encima y por debajo de la horizontal, con lo que el microrruptor abre o cierra el circuito eléctrico correspondiente.

Es omnidireccional, puede trabajar en todas las posiciones.

*Para un control completamente automático de máximo y mínimo, es necesario instalar dos aparatos. (ver esquema)

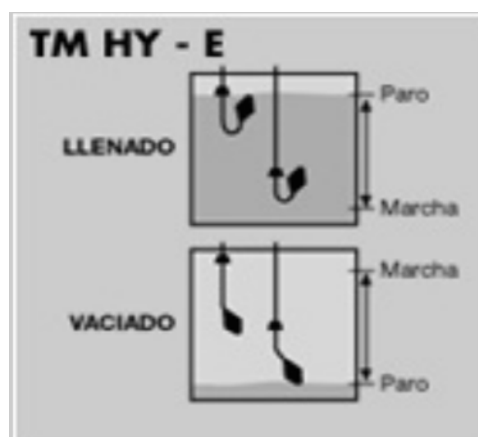


Figura 37: Diagrama de funcionamiento



Características del interruptor TMHYE:

- Principio de funcionamiento:
Interruptor flotador.
- Características principales:
Resistente a la mayoría de fluidos químicos.
- Protecciones:
IP 68
- Temperatura:
+ 95°C.
- Contacto de control:
1 micro-ruptor inversor unipolar 20 (8) a 250 V.

PLANOS Y DIMENSIONES:

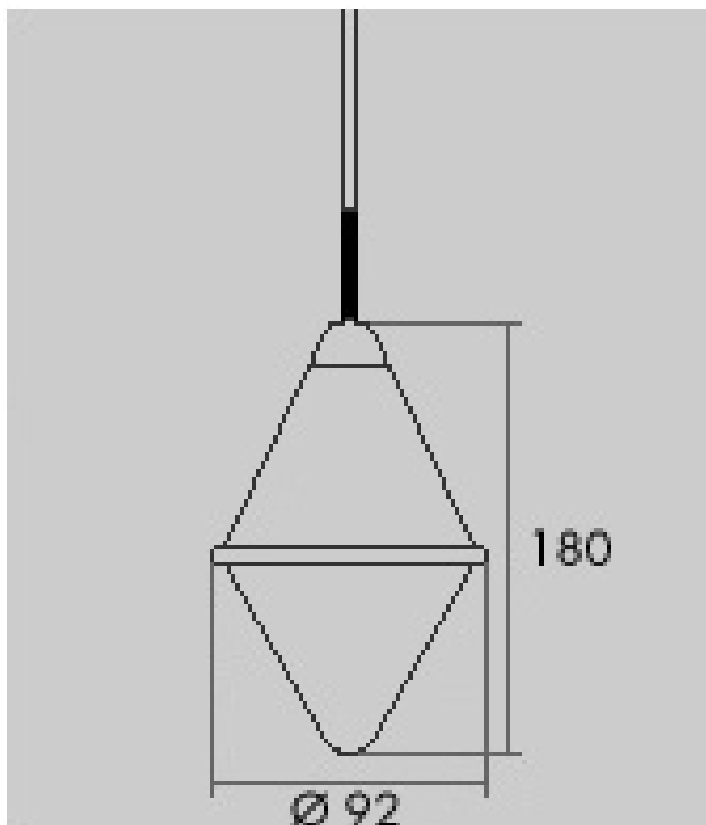


Figura 38: Plano simplificado del flotador

3.3.3.4) CAUDALÍMETROS

Un caudalímetro es un instrumento de medida para la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido o para la medición del gasto másico. Estos aparatos suelen colocarse en línea con la tubería que transporta el fluido. También suelen llamarse medidores de caudal, medidores de flujo o flujómetros.

3.3.3.4.1) CAUDALÍMETRO ULTRASÓNICO

Son alimentados eléctricamente, y es posible encontrar dos tipos según su principio de medición: de efecto Doppler y de tiempo de tránsito; este último consiste en medir la diferencia entre el tiempo que le toma a dos señales atravesar una misma distancia, pero en sentido contrario utilizando como medio un fluido. Si el caudal del fluido es nulo, los tiempos serán iguales, pero cuando hay flujo los tiempos serán diferentes, ya que las velocidades de las señales serán afectadas por la del fluido cuyo caudal se desea determinar; esta diferencia de tiempo más el conocimiento sobre la geometría de la cañería y la velocidad del sonido en el medio permiten evaluar la velocidad del fluido o el caudal.

Los de tiempo de tránsito son más exactos que los de efecto Doppler, pero para obtener lecturas se requiere que los fluidos tengan un bajo porcentaje de impurezas; en caso contrario, los de efecto Doppler son de utilidad y entregan una muy buena señal, ya que su principio de funcionamiento se basa en el cambio de frecuencia de la señal reflejada sobre algún elemento que se mueve con el fluido.

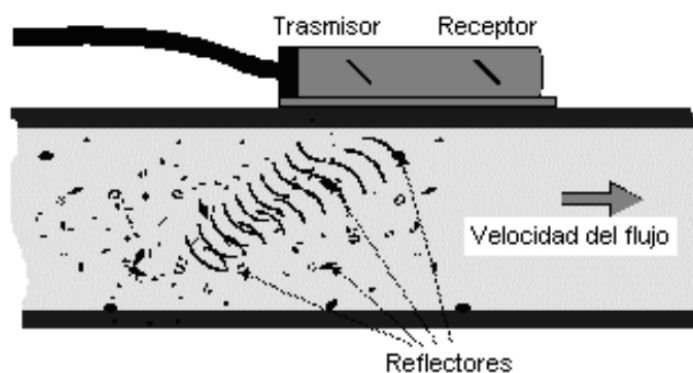


Figura 39: Funcionamiento de un caudalímetro ultrasónico



Los caudalímetros ultrasónicos Doppler se utilizan comúnmente en aplicaciones sucias tales como, aguas residuales y otros fluidos sucios y las mezclas que normalmente causan daños en los sensores convencionales. El principio básico de funcionamiento emplea el desplazamiento de frecuencia (efecto Doppler) de una señal ultrasónica cuando es reflejada por las partículas en suspensión o burbujas de gas (discontinuidades) en movimiento.

La exactitud de estos sistemas de medición es muy dependiente del cumplimiento de los supuestos de flujo laminar.

- **VENTAJAS:**

- ✓ No ocasiona pérdidas de carga
- ✓ No tiene partes móviles.
- ✓ No influye el diámetro de la tubería, ni en su costo, ni en su rendimiento.
- ✓ Ideal para la medición de materiales tóxicos o peligrosos.
- ✓ Salida lineal con el caudal.
- ✓ Su rango de medición es muy amplio.
- ✓ En tuberías de gran diámetro es el más económico, y en ciertos casos, el único.
- ✓ Su instalación es muy simple y económica.

- **DESVENTAJAS:**

- ✓ Su precisión no es muy alta.
- ✓ Su costo es relativamente alto para tuberías de bajo diámetro.

3.3.3.4.2) CAUDALÍMETRO MÁSIKO TIPO CORIOLIS

En el diseño de estos instrumentos encontramos, como aspecto común a todos ellos, un sistema constituido por unos tubos llenos del fluido a medir. Estos tubos pueden ser deflectados elásticamente hasta una determinada amplitud. Si circula por el tubo

un producto con una masa determinada y, además el tubo se ve sometido a torsión por la acción de fuerzas externas, aparece una fuerza muy pequeña denominada fuerza de Coriolis. Este movimiento del tubo es casi siempre de oscilación y la fuerza de Coriolis es directamente proporcional al caudal másico que circula por el tubo (m), a la velocidad de oscilación (W) y a la longitud de la porción de tubo directamente involucrado en la medición (l). La resolución óptima en la medición de dicha fuerza de Coriolis se obtiene midiendo el desfase generado entre las señales de dos bobinas detectoras.

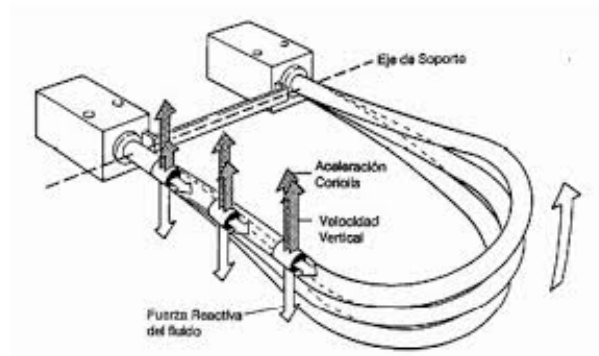


Figura 40: Caudalímetro másico

$$F_c = m \cdot W \cdot l$$

Siendo:

F_c : Fuerza de Coriolis.

m : caudal másico que circula por el tubo.

W : velocidad de oscilación (la velocidad cambia periódicamente)

l : longitud del tubo realmente involucrado en la medición.

- **VENTAJAS:**

- ✓ Su salida es lineal con el flujo másico.
- ✓ No requiere compensación por variaciones de temperatura o presión
- ✓ Es adecuado para casos de viscosidad variable.
- ✓ Permite la medición de caudales másicos de líquidos difíciles de medir: adhesivos, nitrógeno líquido, etc.

- **DESVENTAJAS:**
 - ✓ Es muy voluminoso.
 - ✓ No es apto para caudales elevados.

3.3.3.4.3) CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO

Los caudalímetros electromagnéticos constituyen un sistema sin partes móviles.

No ocasionan ninguna restricción en la circulación y por lo tanto la pérdida de carga es irrelevante.

Debido a su principio de funcionamiento, basado en la ley de Faraday, posibilitan mediciones precisas y confiables.

Gracias a su revestimiento interno y a la elección del material de los electrodos, es posible su empleo con fluidos corrosivos o con sólidos en suspensión. Su utilización esta muy difundida en industrias químicas, papeleras, alimenticias, y en las empresas de servicios públicos con agua potable y efluentes de todo tipo.

Todas estas aplicaciones son satisfechas, pues se posibilita la elección de múltiples alternativas, permitiendo configurar el equipo óptimo para cada aplicación específica.

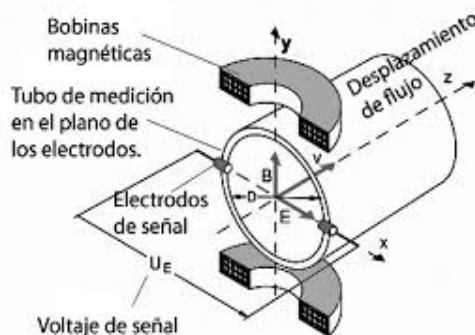


Figura 41: Diagrama de las partes de un caudalímetro electromagnético

Disponibles en línea o en inserción. Los caudalímetros magnéticos no tienen partes móviles y son ideales para aplicaciones de aguas residuales o cualquier otro líquido sucio que es conductor. Los displays son integrales o una salida analógica puede ser utilizada para el control remoto o el registro de datos.



- **VENTAJAS:**
 - ✓ No genera pérdidas de carga (aplicables a procesos que fluyen por gravedad o en fluidos cercanos al punto de vaporización).
 - ✓ Dado que el parámetro pensado a través de la tubería es velocidad promedio, se aplica tanto a flujo laminar como turbulento y no depende de la viscosidad.
 - ✓ Como la tubería puede ser de cualquier material no conductor, se le puede dar buena resistencia a la corrosión.
 - ✓ Apto para la medición de barro.
 - ✓ Permite la medición de caudales bidireccionales.
 - ✓ No tiene partes móviles, por lo que es confiable y de bajo mantenimiento.
 - ✓ Su precisión es relativamente alta.

- **DESVENTAJAS:**
 - ✓ Si el fluido a medir produce depósitos sobre los electrodos, la medición será errónea.
 - ✓ Su costo es relativamente alto.
 - ✓ No es utilizable en gases por la baja conductividad.

3.3.3.4.4) CAUDALÍMETROS DE RUEDAS OVALADAS

Los caudalímetros de ruedas ovaladas son del tipo de “desplazamiento positivo”, es decir, su principio de funcionamiento consiste en la captura de volúmenes discretos de fluido que son conducidos desde la entrada a la salida del caudalímetro siguiendo un camino fijo. Esta tarea la llevan a cabo dos ruedas dentadas ovaladas que engranan entre si en el interior de la cámara de medición. Determinado el número de revoluciones de las ruedas ovaladas podemos conocer el volumen de fluido que atraviesa el medidor.

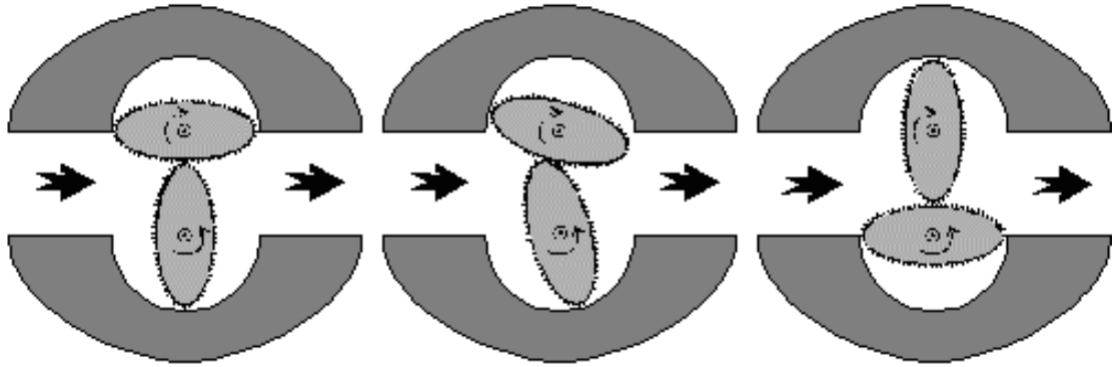


Figura 42: Sección de un caudalímetro de ruedas ovaladas

Los caudalímetros de “desplazamiento positivo” son los que tradicionalmente se han utilizado para transacciones comerciales debido a su precisión. Esta debe ser menor del 0,3% en todo el intervalo de caudales de medida.

Los caudalímetros de ruedas ovaladas están pensados para medir una amplia variedad de líquidos ya sean viscosos o no, siempre que no contengan sólidos en suspensión.

Los rangos de medición de los caudalímetros de ruedas ovaladas varían en función del tamaño, pudiendo ir desde los 0,5 l/h. Por lo general, el intervalo de medición, para un modelo determinado, suele ser de 10 veces el caudal máximo sobre el mínimo.

Los caudalímetros de ruedas ovaladas se fabrican en diferentes tipos de materiales dependiendo de la aplicación a que se vaya a dedicar, pudiendo ser de acero inoxidable, acero, aluminio o incluso plástico.

- **VENTAJAS:**
 - ✓ Muy buena precisión para pequeños caudales.
- **DESVENTAJAS:**
 - ✓ Alto costo originado por las tolerancias mecánicas.
 - ✓ Muy sensible a la presencia de sólidos en suspensión.

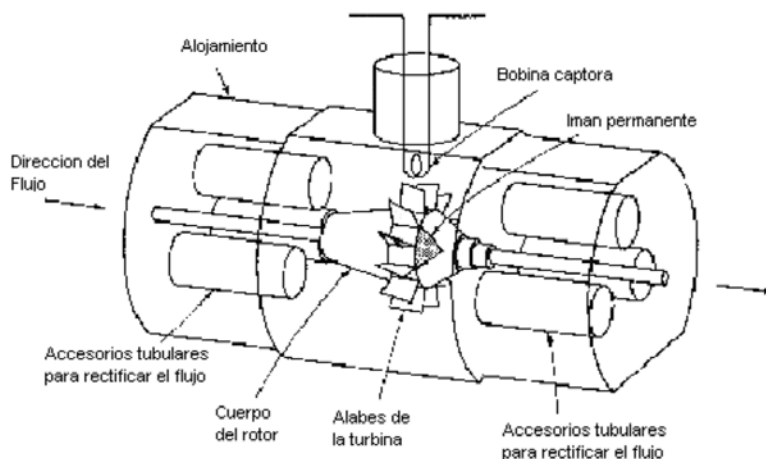
3.3.3.4.5) CAUDALÍMETROS A TURBINA

Los caudalímetros de Turbina van provistos de una hélice que gira cuando la corriente de líquido incide sobre ella. La velocidad de giro es proporcional al caudal, y para determinarla, se emplea un captador que genera pulsos cuando gira la hélice. Este captador genera:

- 1 pulso cada vez que un aspa de la hélice pasa frente a él, en caso de los caudalímetros de turbina de acero inoxidable y los de plástico de líquidos corrosivos.
- 2 pulsos por cada vuelta de la hélice, en el caso de turbinas económicas.

De esta forma se obtiene un tren de pulsos cuya frecuencia permite determinar el caudal.

La precisión de los caudalímetros de Turbina depende del modelo y del rango de medición, pudiendo variar el error máximo de medida entre el 0,1%, para los modelos de Acero inoxidable y rango pequeño de medición, y el 1,5% para los modelos económicos.



Los caudalímetros de Turbina están pensados para medir líquidos limpios con una viscosidad máxima de 30 centiPoisés.

Figura 43: Partes de un caudalímetro de turbina



Los caudalímetros de Turbina se fabrican en diferentes tipos de materiales dependiendo de la aplicación a que se vaya a dedicar, pudiendo ser de acero inoxidable, de diferentes plásticos, e incluso de latón.

- **VENTAJAS:**

- ✓ Es el instrumento más preciso disponible para medir caudal.
- ✓ Es lineal sobre un muy amplio rango de caudales.
- ✓ Rápida interface a sistemas de computación.
- ✓ Operación sobre un muy amplio rango de temperaturas y presiones.

- **DESVENTAJAS:**

- ✓ Al tener piezas móviles que giran sobre rodamientos, el desgaste suele ser el problema principal de la turbina.
- ✓ Es un instrumento delicado en comparación con otros caudalímetros.
- ✓ Cualquier exceso de velocidad puede dañar sus rodamientos.
- ✓ Es caro y su costo aumenta desmedidamente con el tamaño de la turbina.
- ✓ Requiere que el flujo a medir sea limpio y tenga propiedades lubricantes.
- ✓ Alto costo de mantenimiento.
- ✓ No es utilizable en fluidos de alta viscosidad.

3.3.3.4.6) DE ÁREA VARIABLE O ROTATÓMETROS



Foto 23: Sensor de área variable:

Los caudalímetros de área variable, también llamados rotámetros, son equipos que sirven para indicar, de forma local, el caudal instantáneo de líquido que está pasando en ese momento.

Consiste en un elemento flotante que se encuentra en un tubo cónico donde la entrada es menor que la salida. El flotador es arrastrado al ir aumentando el caudal y se equilibra en un punto. A cada caudal corresponde un punto de equilibrio, por lo que se puede calibrar el equipo directamente con el caudal.

Las características principales de estos caudalímetros son:

- Tubo de medida:
AISI 304, AISI 316 o Teflón
- Flotador:
AISI 304, AISI 316 o Teflón
- Conexión a proceso:
Bridas DIN en AISI 304, AISI 316 o Teflón
- Distancia entre bridas:
250 mm.
- Caja indicadora:
Fundición de aluminio con recubrimiento epoxy.
- Precisión:
1,6% (Fondo de escala)
- Temperatura de proceso:
Desde -50°C hasta 150°C.

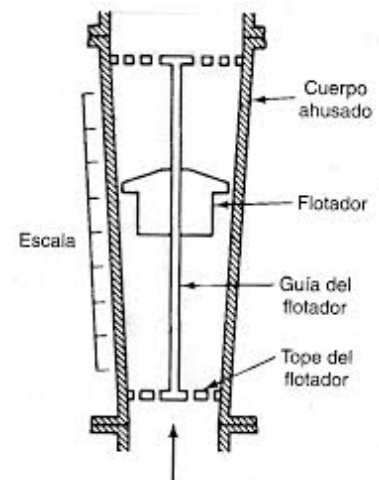


Figura 44: Diagrama de funcionamiento

- **VENTAJAS:**

- ✓ Es económico para caudales bajos y tuberías con diámetros menores a 2".
- ✓ Cubre un rango amplio de caudales.
- ✓ Sirve para líquidos y gases.
- ✓ Provee una información visual directa.
- ✓ La caída de presión es baja.
- ✓ Instalación y mantenimiento simple.



- **DESVENTAJAS:**
 - ✓ No es sencillo ni económico obtener señal eléctrica a partir de la indicación.
 - ✓ Se incrementa mucho su costo para tuberías de diámetro grande.
 - ✓ No se consiguen rotámetros para tuberías grandes.
 - ✓ Debe instalarse en sentido vertical de modo que el caudal sea ascendente.
 - ✓ Son de baja precisión.

3.3.3.4.7) CAUDALIMETROS VORTEX

Los caudalímetros Vortex se basan en el principio de Von Kaman según el cual, si en una cañería ponemos una obstrucción y medimos la frecuencia a la que se desprenden los remolinos o vórtices, podemos determinar la velocidad y en consecuencia el caudal.

Los caudalímetros Vortex constan básicamente de:

- Un obstáculo que se opone al avance de un fluido.
- Un sensor que determina la frecuencia de desprendimiento de los vórtices.
- Electrónica que convierte la frecuencia de los vórtices en señal normalizada.

- **VENTAJAS:**
 - ✓ Muy buena tolerancia sin importar las condiciones del proceso.
 - ✓ Sin partes móviles, confiable y de bajo mantenimiento.
 - ✓ Salida digital (conveniente para interfaces a PC)
 - ✓ Independiente de la densidad y viscosidad del fluido.
 - ✓ Se instala en cualquier posición.
- **DESVENTAJAS:**
 - ✓ Es afectado por fluidos abrasivos que puedan deformar el generador de torbellinos.



- ✓ Es afectado por los fluidos capaces de generar depósitos en la obstrucción.
- ✓ Su costo es relativamente alto.

3.3.3.5) CAUDALÍMETROS EXISTENTES EN EDAR MANUFACTURAS S.A.

NOMENCLATURA	TIPO DE SENSOR
DBN1 → FQN2	Caudalímetro
*Renombrado	(Entrada FQ)
	Caudalímetro
CFN1	(Salida de espesador de fangos)
	*Se elimina
DMUN3	Caudalímetro

Tabla 13: Sensores de caudal actuales en planta

3.3.3.6) CAUDALÍMETROS A INSTALAR EN EDAR MANUFACTURAS S.A.

3.3.3.6.1) CAUDALÍMETROS IFM SM9000 Y SM6000

(PP1N3 Y H1N2)

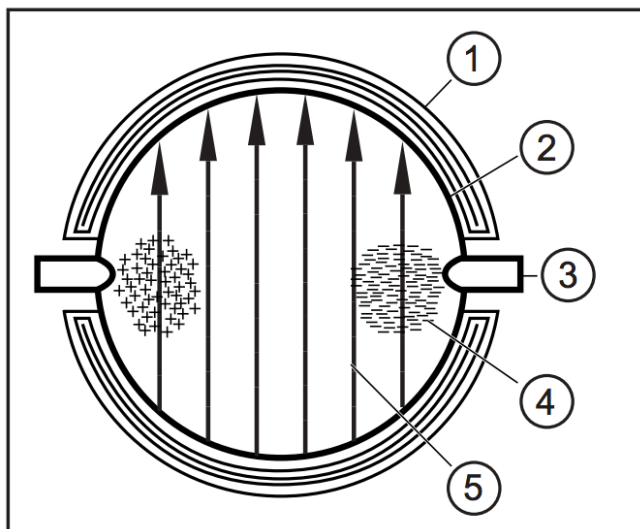
Con el principio de medición magneto-inductivo se genera un campo magnético en el tubo de medición a través de bobinas recorridas por corriente.

Cuando un fluido conductor fluye por el tubo de medición, los iones del interior son desviados en sentido vertical con respecto al campo magnético. Los portadores de

carga positiva y negativa fluyen en direcciones opuestas. La tensión inducida es medida por dos electrodos que se encuentran en contacto con el fluido. Esta tensión de señal es directamente proporcional a la velocidad de caudal media.

Si se conoce el diámetro de la tubería, la cantidad de caudal puede ser deducida a partir de estos datos.

*Ambos electrodos deben estar humedecidos con el fluido. De lo contrario, si la detección de tubería vacía está activada, se emitirá la señal indicando una tubería vacía.



- 1: Bobina de campo
- 2: Tubo de medición
- 3: Electrodo
- 4: Portador de carga en el fluido
- 5: Campo magnético

IFM SM9000



Foto 24: Caudalímetro encargado de la medición del bombeo de depósitos



Las señales para la medición de la cantidad de caudal pueden ser emitidas de la siguiente manera:

1. Dos señales de conmutación para los valores límites de cantidad de caudal en las salidas 1 y 2. Funciones de conmutación.
2. Una señal de frecuencia entre 10Hz y 10KHz en la salida 1. Función de frecuencia.
3. Una señal analógica proporcional al caudal 4...20mA o 0...10V en la salida 2. Funciones analógicas.

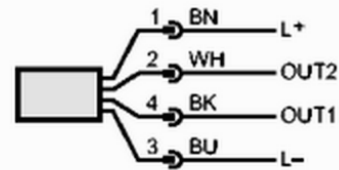
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SM9000:

- Aplicación:
Fluidos líquidos conductores.
(Conductividad: $\geq 20 \mu\text{S}/\text{cm}$ / Viscosidad: $< 70 \text{ mm}^2/\text{s}$ a 40°C)
- Temperatura del fluido:
-10...70°C.
- Tensión de alimentación:
18...32 VDC.
- Consumo:
<150 mA.
- Corriente de salida:
2x250 mA.
- Caída de tensión:
<2 V
- Salida analógica:
4...20mA; 0...10V.
- Carga máxima:
500 Ω
- Carga mínima:
2000 Ω



- Rango de frecuencia:
0,1...1000 Hz
- Rango de medición:
0,3...18 m³/h
- Rango de visualización:
-21,6...21,6 m³/h
- Resolución:
0,02 m³/h
- Resistencia a la presión:
16 bar.
- Grado de protección:
IP 65 / IP 67

CONEXIÓN ELÉCTRICA:



Colores de los hilos

BK	negro
BN	marrón
BU	azul
WH	blanco



Identificación de colores según DIN EN 60947-5-2

OUT1: 6 Wahlmöglichkeiten:

Salida digital para detección de tubería vacía

Salida digital para supervisión de caudal

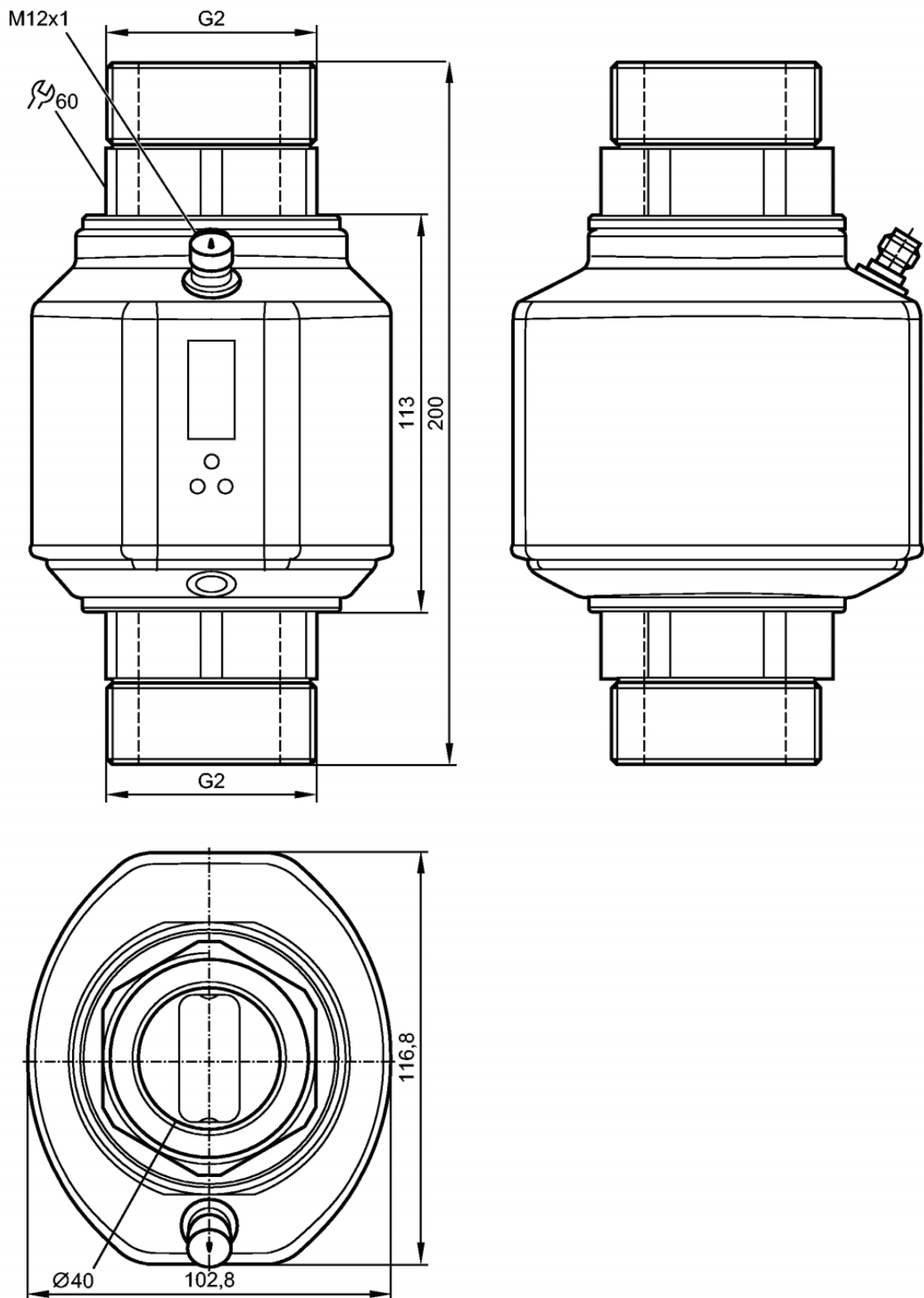
Salida de frecuencia para supervisión de caudal

Salida por impulsos para el contador de caudal

Salida de señal para el contador con preselección IO-Link



MEDICIONES/PLANOS:



IFM SM6000



Foto 25: Sensor que mide la cantidad de polielectrolito impulsado

El flujo atraviesa un campo magnético. Durante este proceso se genera una tensión de señal que es directamente proporcional a la cantidad de caudal.

1. Se pueden emitir 2 señales de conmutación para valores límites de caudal (salida 1 y salida 2). Funcione de conmutación.
2. Se puede emitir una señal analógica proporcional al caudal 4...20mA o 0...10V en la salida 2. Funciones analógicas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SM6000:

- Aplicación:
Fluidos líquidos conductores.
(Conductividad: $\geq 20 \mu\text{S}/\text{cm}$ / Viscosidad: $< 70 \text{ mm}^2/\text{s}$ a 40°C)
- Temperatura del fluido:
 $-10 \dots 70^\circ\text{C}$.
- Tensión de alimentación:
19...30 VDC.
- Consumo:
120 mA.
- Corriente de salida:
2x200 mA.




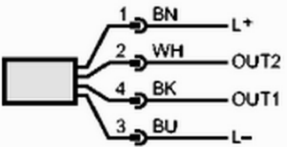
- Caída de tensión:
<2 V
- Salida analógica:
4...20mA; 0...10V.
- Carga máxima:
500 Ω
- Carga mínima:
2000 Ω
- Rango de medición:
0,005...1,5 m³/h
- Rango de visualización:
-1,8...1,8 m³/h
- Resolución:
0,005 m³/h
- Resistencia a la presión:
16 bar.
- Grado de protección:
IP 67

CONEXIÓN ELECTRICA:

Colores de los hilos

BK	negro
BN	marrón
BU	azul
WH	blanco



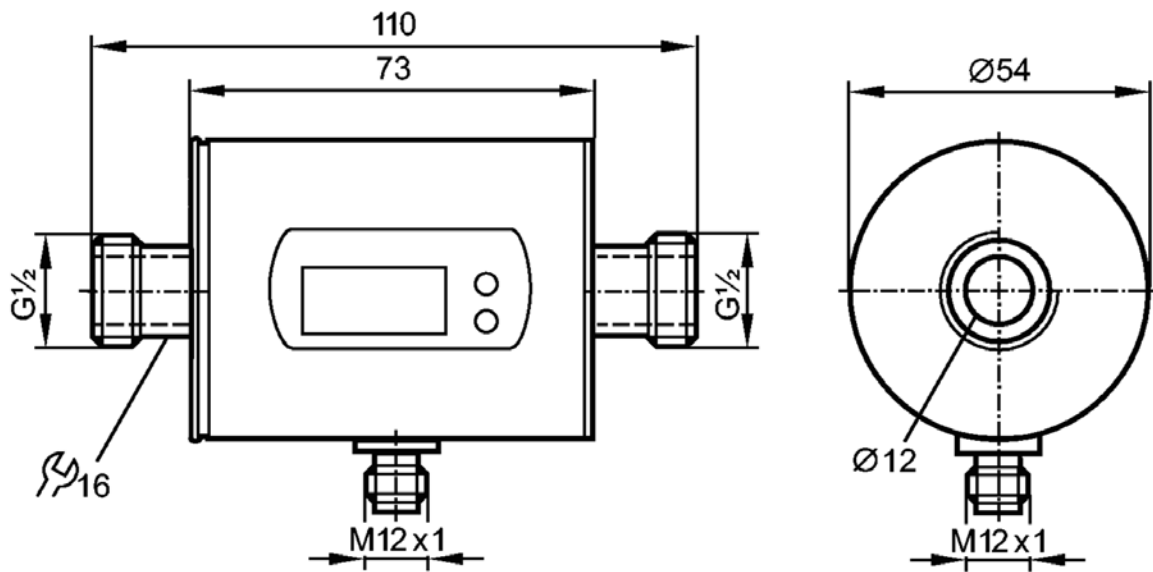


Identificación de colores según DIN EN 60947-5-2

OUT1: 3 opciones de selección
Salida digital para supervisión de caudal
Salida por impulsos para el contador de caudal
Salida de señal para el contador con preselección

OUT2: 5 opciones de selección
Salida digital para supervisión de caudal
Salida digital para supervisión de temperatura
Salida analógica para caudal
Salida analógica para temperatura
Entrada para reseteo del contador

M

EDIDAS/PLANOS:***Otras características comunes:**

Cabe destacar que además de la velocidad de caudal, los equipos también registran el sentido del mismo. El sentido positivo del caudal viene indicado en cada equipo mediante una flecha, pudiendo ser el sentido de la medición del caudal invertido.

Así, obtenemos valores positivos correspondientes a la indicación de “flow direction” y por el contrario, valores negativos en el sentido opuesto a la indicación “flow direction”.

Cada equipo, posee un contador de caudal interno, el cual va sumando de forma continua la cantidad de caudal. La suma se corresponde con el volumen de consumo actual desde el último reseteo. Para ello, el contador de caudal tendrá en cuenta el sentido del caudal en la suma (sumando sentidos “flow direction” y restando sentidos opuestos a la marca “flow direction”).



Los impulsos contadores solo se emiten en caso de suma ascendente. Tras una substracción (el volumen de consumo disminuye) no se emitirán más impulsos hasta que el volumen de consumo vuelva a exceder el valor máximo actual.

El contador almacena cada 10 minutos el volumen de consumo sumado. Tras una interrupción de la tensión, este valor estará disponible como valor actual del contador. Si se configura un reseteo temporizado, también almacenará el tiempo transcurrido del intervalo de reseteo configurado. La posible pérdida de datos puede, por tanto, ser como máximo de 10 minutos.

3.3.3.7) SENSORES/MEDIDORES DE PH

Las tecnologías disponibles para la medición de pH pueden clasificarse en dos grandes grupos: Electroquímicos y ópticos.

- Los **sensores electroquímicos**. Son aquellos que utilizan dispositivos que transducen la actividad química del ión de hidrógeno en una señal eléctrica.
- Por otro parte, los **sensores ópticos**. Estos sensores se basan en "indicadores ópticos" de pH que cambian sus propiedades ópticas en función del analito. Dependiendo de la propiedad óptica que cambia, los sensores pueden clasificarse en: sensores de absorbancia o luminiscencia. En los sensores de absorbancia la relación entre intensidad de la luz incidente y la luz reflejada están en directa relación con el valor del pH de la muestra. En los sensores de luminiscencia la dependencia con el pH viene dada por el cambio en la longitud de onda entre la luz incidente y la reflejada.

3.3.3.7.1) SENSOR ISE (ELECTRODO DE ION SELECTIVO)

Pueden pensarse como una "celda electroquímica", donde uno de sus electrodos es la referencia y el otro se inserta en la solución a la cual se le quiere medir el pH. Ese segundo electrodo cuenta con una membrana, que para el caso del pH, es sensible al ión hidrógeno.

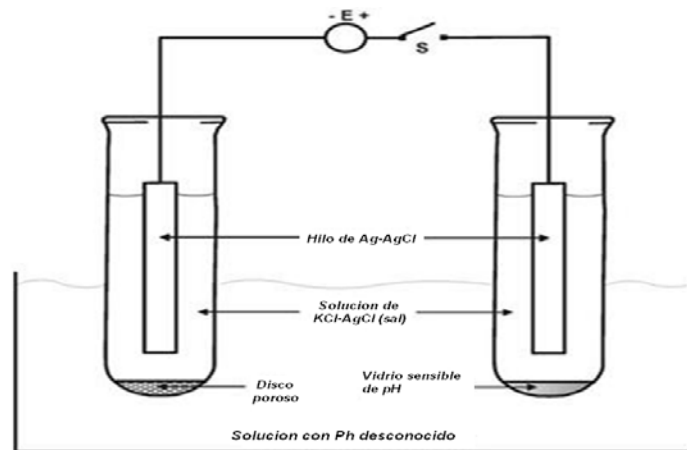


Figura 45: Esquema de un sensor ISE (electrodo de ion selectivo)

Como cualquier celda electroquímica, entre los electrodos se genera una diferencia de potencial según la ecuación de Nernst, que es lo que efectivamente se mide y que está relacionada directamente con la medida de pH de la solución.

$$E = E_0 + \frac{R \cdot T}{F} \ln[H^+]$$

Donde: R es la constante de los gases y vale $8,31 \text{ } ^\circ\text{K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, T es la temperatura en $^\circ\text{K}$, F es la constante de Faraday que vale 96485 C y E_0 es una constante que agrupa una serie de potenciales: en primer lugar el valor del voltaje de referencia, pero también otros que aparecen en la pila y que escapan al alcance de este trabajo. Sin embargo se quiere mencionar que estos potenciales varían con el tiempo y es lo que provoca que se requiera una calibración periódica.

Asimismo E_0 depende de la temperatura.

Como la característica pH-Voltaje va variando con el tiempo es necesario calibrar, y por lo tanto suspender el estudio, para mantener las medidas dentro de un precisión aceptable.

Los ISE requieren calibración y limpieza periódica. Para mantener una precisión de 0,1 unidades de pH es necesario calibrar semanalmente.

Diferenciamos algunos tipos de estos sensores de pH:

➤ **SENSOR DE PH DE VIDRIO:**

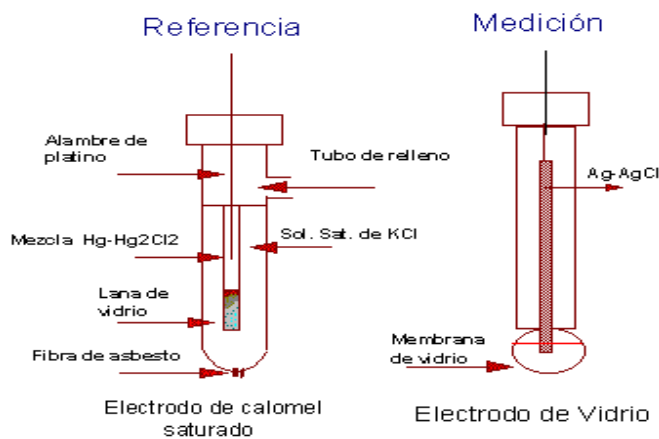


Figura 46: Variante de sensor ISE: PH de vidrio

Su uso está ampliamente generalizado y sus resultados ampliamente validados, al punto que el patrón de la medida de pH se basa en un electrodo de vidrio. El electrodo entra en contacto con el analito a través de una membrana de vidrio sensible al ión hidrógeno.

Las características de esta membrana hacen que el sensor tenga una resistencia de salida muy grande (decenas o centenas de M W) y sea necesario mantenerlo húmedo. Logran una precisión muy buena (0,01) y tienen tiempos de vidas relativamente cortos (1 año).

➤ **ELECTRODOS DE MEMBRANA LÍQUIDA:**

Son sensores cuyos electrodos son de membrana líquida donde la superficie sensible de estos electrodos está hecha de una composición homogénea de polímero



que contiene un intercambiador iónico de naturaleza orgánica para el ión determinado. Estos sensores incorporan un módulo de membrana fácilmente reemplazable, y están disponibles para mediciones de nitratos, potasio y calcio. La membrana es generalmente utilizada en forma de un disco delgado de PVC impregnada con antibiótico de valinomicina. El intercambiador, también conocido como ionóforo, es una estructura de anillo que atrapa los iones de potasio por dentro como un candado. Este tipo de membrana no es tan resistente como la de los sensores de estado sólido por lo que son diseñados con un módulo de membrana fácilmente reemplazable.

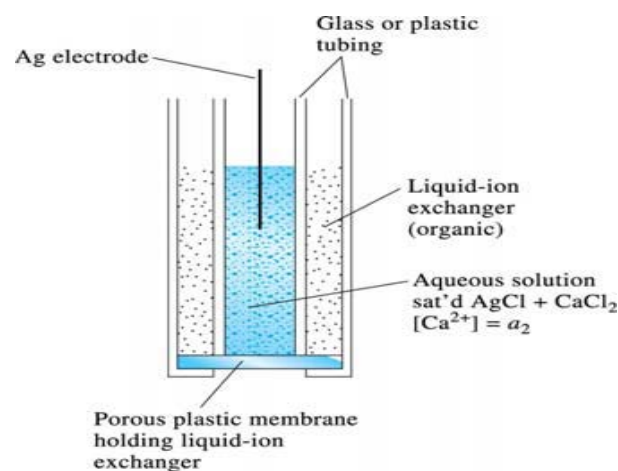


Figura 47: Variante de sensor de pH ISE: membrana líquida

➤ ELECTRODOS DE ESTADO SÓLIDO:

Consisten en metales cuya superficie está recubierta parcialmente por una capa de óxido del mismo metal. Entre ellos, el más utilizado es el electrodo de antimonio. Es resistente, adecuado para el registro continuo y operaciones de control. Su intervalo de utilización es de pH 2 a 8. Otros electrodos metal-óxido metálico bastante utilizados son los de telurio, tungsteno, y molibdeno.

3.3.3.7.2) *SENSORES DE PH SIN VIDRIO: MOSFET (TRANSISTOR DE EFECTO DE CAMPO METAL-ÓXIDO SEMICONDUCTOR)*

Un Transistor de Efecto de Campo consiste en un semiconductor con 3 conexiones eléctricas (fuente, puerta y drenaje).

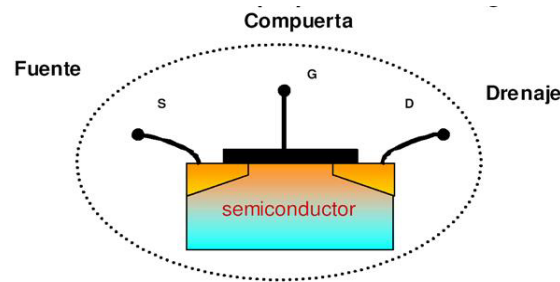


Figura 48: Estructura mosfet

La región entre la fuente y el drenaje es normalmente un aislante. Basado en el potencial aplicado a la compuerta, este resistor se hace continuamente conductivo a las cargas (potenciales), causando una carga equivalente (pero opuesta) del lado del semiconductor. Si se aplica una diferencia de potencial, se genera una corriente entre la fuente y el drenaje. Esta corriente es directamente proporcional a la carga en la compuerta.

El sustrato es silicio dopado tipo p y tanto la fuente S como el drenador D están formados por silicio tipo n fuertemente dopado. La puerta es un metal que al ser polarizado respecto al sustrato crea un campo eléctrico que polariza a su vez al

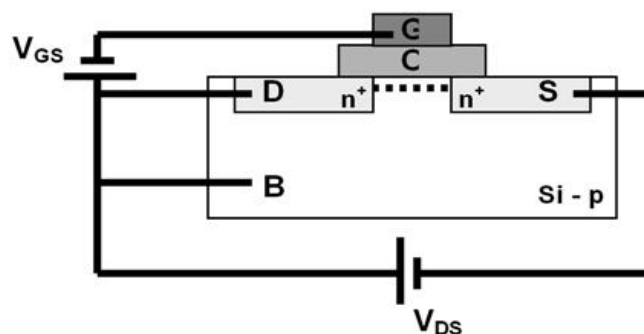


Figura 49: Esquema de composición del detector de pH mosfet

óxido e incrementa la densidad de portadores minoritarios n en la región que separa a S y D (canal de inversión) permitiendo el paso de la corriente desde la fuente al drenador I_{DS} .

3.3.3.7.3) SENSORES DE TIPO ISFET (TRANSISTOR DE EFECTO DE CAMPO POR IÓN SELECTIVO)

El ISFET fue propuesto por primera vez en 1970. Su principio de operación es similar al de transistor MOS. A diferencia de este, el ISFET no posee una compuerta metálica y el dieléctrico de esta misma región se expone directamente al analito. Es decir, utilizan como principio de medida la modulación del canal del transistor mediante la diferencia de tensión que se establece entre el analito y la puerta del dispositivo. La tensión de salida del transistor es función del pH de la disolución.

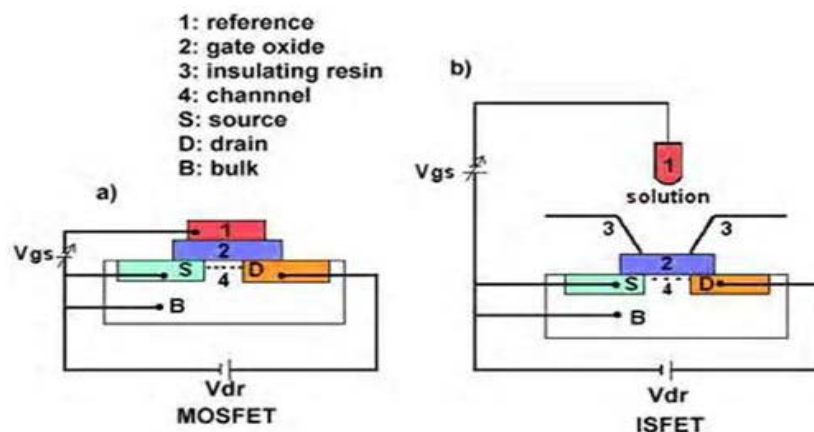


Figura 50: Composición de sensores ISFET Y MOSFET

En el caso del ISFET, el puerto es reemplazado por el analito y la capa de SiO_2 entra en contacto directo con el analito. La parte metálica del electrodo de referencia puede ser considerada con la puerta del MOSFET.

En los ISFET, la corriente I_D fluye a través del canal. Como en los MOSFET la resistencia del canal depende del campo eléctrico perpendicular a la dirección de la corriente. También depende del voltaje a través de la capa de SiO_2 . Por lo tanto la

corriente I_D , depende del potencial de interfaz que se desarrolla entre el óxido y el analito.

El SiO_2 , utilizado como aislante en la construcción del MOSFET, no es la mejor elección cuando se trata de ISFET ya que parte de su funcionamiento depende de la respuesta del SiO_2 al pH; en este caso se utilizan Al_2O_3 , Si_3N_4 y Ta_2O_5 cuyas propiedades químicas en lo que a ello refiere resultan más convenientes.

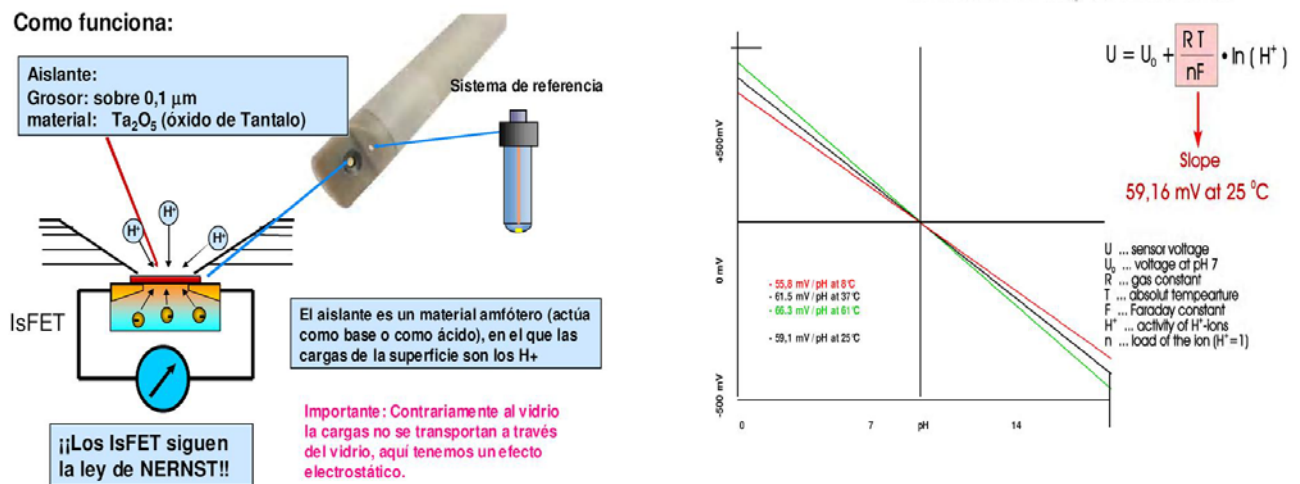


Figura 51: Funcionamiento del sensor ISFET de pH

El sensor de ISFET en contraposición con el de vidrio es mucho más chico (algunos pocos mm^2).

Son sensibles a la luz. Este fenómeno está vinculado a la ausencia de un metal sobre el dieléctrico de la puerta del ISFET, y también, al hecho de que a la hora de encapsularlo se deja al descubierto tanto parte de las difusiones como la puerta selectiva a iones que está en contacto con la solución a analizar.

Los ISFET presentan una inestabilidad térmica que se traslada a las medidas. Generalmente es necesario que el sensor funcione a temperatura constante para lograr resultados confiables.



Uno de los problemas importantes que afectan a los ISFET es el de la deriva temporal de la señal de respuesta. Si bien se han realizado trabajos para estimarla y corregirla sigue siendo un problema abierto.

3.3.3.7.4) SENSORES DE FIBRA ÓPTICA

Los sensores de fibra óptica consisten en un indicador inmovilizado, cuyas propiedades ópticas se modifican en función de la concentración de analito presente en la muestra.

La señal óptica así generada es conducida a continuación a través de una fibra óptica hasta un detector, para más tarde ser amplificada y procesada convenientemente.

Los sensores que funcionan por absorbancia se rigen por la ley de Lambert-Beer, que establece una relación de proporcionalidad directa entre la concentración de sustancia absorbente y la cantidad de luz absorbida por ésta, para una determinada longitud de onda:

$$A_{\lambda} = \log \frac{I_0}{I_T} = \epsilon_{\lambda} \cdot l \cdot c$$

Donde A es la absorbancia de la muestra (adimensionado), I_T e I_0 son los flujos fotónicos transmitido e incidente, respectivamente, l es el paso óptico (espesor atravesado por el haz de luz, en cm), c es la concentración de la sustancia absorbente (en mol L⁻¹) y ϵ es el coeficiente de absorción molar, característico para cada longitud de onda (en mol⁻¹ L cm⁻¹)

Los sensores de fibra óptica no requieren señal de referencia, esto aumenta la estabilidad de la medida y reduce los costos de fabricación.



La utilización de fibras ópticas de baja pérdida como guías de luz posibilita la medida a grandes distancias. Además, pueden transmitir mucha más información que los cables eléctricos, debido a su mayor ancho de banda. La flexibilidad de las guías de luz, junto a la separación física que estas introducen entre el terminal sensible y el transductor y el hecho de que soportan medios hostiles como la presencia de radiaciones electromagnéticas o ionizantes, condiciones extremas de temperatura o el ataque de ácidos o bases presentes en las muestras, posibilitan la utilización de los optrodos en multitud de procesos industriales.

A pesar de las ventajas que poseen los sensores ópticos, para poder optimizar un método basado en este tipo de medidas es necesario tener en cuenta una serie de factores limitantes.

La señal óptica detectada por el equipo de medida debe proceder única y exclusivamente del indicador. Por este motivo, debe evitarse la exposición del terminal sensible a la luz ambiente, o bien modular la señal procedente del indicador con objeto de poder diferenciarla de la luz externa.

La exposición durante horas del sensor a fuentes de luz puede provocar la foto degradación de los indicadores. Por otro lado, estos se encuentran generalmente inmovilizados en membranas o soportes poliméricos en los que, en algunas ocasiones, puede producirse lavado. Los avances introducidos en el campo de los sensores ópticos han subsanado estos dos inconvenientes introduciendo nuevos métodos de medida en los que la cantidad de analito presente en la muestra no depende de la cantidad de indicador inmovilizado en el terminal sensible.

En algunos casos pueden presentar tiempos de respuesta elevados.

Una de las principales desventajas que presentan los optrodos, es que no miden actividad, sino concentración, siendo por ello su señal analítica fuertemente dependiente de la fuerza iónica del medio

3.3.3.8) PH-METROS EXISTENTES EN EDAR MANUFACTURAS S.A.

NOMENCLATURA	TIPO DE SENSOR
FQN1	pH-metro (Físico-Químico)
APN1	pH-metro (Ajuste de pH)

3.3.3.9) PH-METROS A INSTALAR EN EDAR MANUFACTURAS S.A.

3.3.3.9.1) PH-METRO CRISON PH 27 (FLN1)



Foto 26: Sensor Crison pH 27 que utilizamos en E.D.A.R. Manufacturas S.A.

Se trata de un medidor pH de 1 canal.

Son instrumentos de fácil manejo. Permiten establecer un diálogo interactivo con el usuario en su propio idioma (castellano, inglés, francés, italiano...).

La pantalla muestra al usuario mensajes de operación o de ayuda.



Visualizan simultáneamente el parámetro medido y la temperatura.

En calibración, los instrumentos reconocen automáticamente los patrones y disponen de criterios de aceptación o rechazo de electrodos en mal estado. Durante la calibración y programación, el instrumento queda en “suspensión”. Además, un código de seguridad permite que sólo el personal autorizado tenga acceso a dicha calibración o programación del equipo.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PH-METRO CRISON 27:

- Escala de medida:
 - 2...16 pH.
 - 1500...1500 mV.
 - 20...150 °C.
- Transmisor activo de pH/mV:
 - 4 hilos.
- Señal salida:
 - Salida analógica aislada galvánicamente 4...20 mA.
- Error de medida:
 - $\leq 0,02$ pH
 - ≤ 1 mV
 - $\leq 0,5$ °C
- Reproducibilidad:
 - $\pm 0,01$ pH
 - ± 1 mV
 - $\pm 0,1$ °C
- Compensación automática de temperatura:
 - Con sonda C.A.T. (Pt 100) o entrada de datos por teclado.
- Pantalla:
 - LCD, alfanumérica retroiluminada, 2 líneas de 16 caracteres.



- Alimentación:
230 VAC
45-65 Hz
- Dimensiones:
96x96x100 mm
- Peso:
600 g.
- Contenedor:
Material termoplástico
- Protección/Seguridad:
IP 54

3.3.3.10) SENSORES EN LINEA DE EXTRACCIÓN DE LANOLINA

Como explicábamos con anterioridad, los sensores instalados en la línea de extracción de la línea de lanolina serán directamente instalados y puestos en funcionamiento por la empresa encargada de la implantación de este novedoso sistema.

Respecto a las señales de los sensores, cada señal será tratada por un autómata propio así como un cuadro eléctrico destinado exclusivamente a el funcionamiento de esta sección.

Debido al desconocimiento en el proceso de extracción de esta materia nos vemos obligados a delegar su implantación en dicha empresa, si bien duplicaremos alguna de las salidas de estos sensores para tener medidas de referencia en nuestro sistema automatizado.



Llegados a este punto, adjuntamos una tabla con los diferentes sensores que irán colocados en este proceso:

NOMENCLATURA	TIPO DE SENSOR
DL1N1	Nivel de temperatura (Sonda de temperatura)
DL1N2	Nivel de conductividad (Conductividad decantador)
DL1N3	Nivel de conductividad (Conductividad decantador)

Tabla 14: Nomenclatura de los sensores L.E.L. E.D.A.R. Manufacturas S.A.

3.3.4) ACTUADORES

3.3.4.1) BOMBAS HIDRÁULICAS

Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

Existe una ambigüedad en la utilización del término bomba, ya que generalmente es utilizado para referirse a las máquinas de fluido que transfieren energía, o bombean fluidos incompresibles, y por lo tanto no alteran la densidad de su fluido de trabajo, a



diferencia de otras máquinas como lo son los compresores, cuyo campo de aplicación es la neumática y no la hidráulica. Pero también es común encontrar el término bomba para referirse a máquinas que bombean otro tipo de fluidos, así como lo son las bombas de vacío o las bombas de aire.

A continuación, nombraremos algunos de los tipos de bombas más comunes, por su principio de funcionamiento:

3.3.4.1.1) BOMBAS VOLUMÉTRICAS O DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO

Estas bombas guían al fluido que se desplaza a lo largo de toda su trayectoria, el cual siempre está contenido entre el elemento impulsor, que puede ser un embolo, un diente de engranaje, un aspa, un tornillo, etc., y la carcasa o el cilindro. “El movimiento del desplazamiento positivo” consiste en el movimiento de un fluido causado por la disminución del volumen de una cámara. Por consiguiente, en una máquina de desplazamiento positivo, el elemento que origina el intercambio de energía no tiene necesariamente movimiento alternativo (émbolo), sino que puede tener movimiento rotatorio (rotor).

Sin embargo, en las máquinas de desplazamiento positivo, tanto reciprocantes como rotatorias, siempre hay una cámara que aumenta de volumen (succión) y disminuye volumen (impulsión), por esto a éstas máquinas también se les denomina Volumétricas

Las bombas positivas tienen la ventaja de que para poder trabajar no necesitan "cebarse", es decir, no es necesario llenar previamente el tubo de succión y el cuerpo de la bomba.

Las bombas de desplazamiento positivo se pueden clasificar como se expresa en el siguiente esquema:

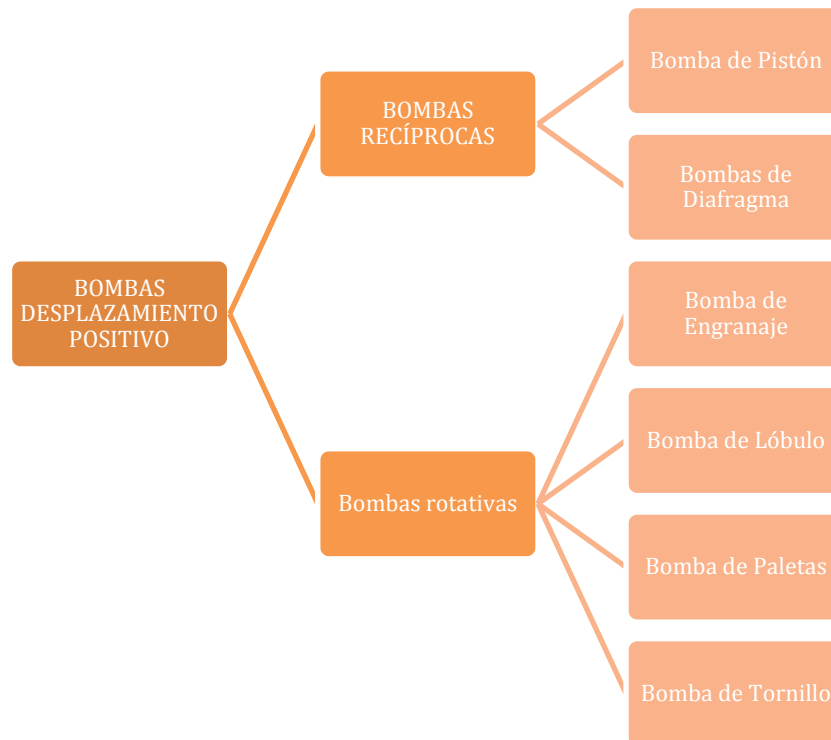


Figura 52: Esquema de las diferentes bombas hidráulicas volumétricas

3.3.4.1.1.1) BOMBAS RECIPROCANES

El funcionamiento de una Bomba Reciprocante depende del llenado y vaciado sucesivo de receptáculos de volumen fijo, para lo cual cierta cantidad de aceite es obligada a entrar al cuerpo de la bomba en donde queda encerrada momentáneamente, para después ser forzada a salir por la tubería de descarga.

Como el proceso de llenado y vaciado sucesivo de receptáculos de volumen fijo requiere fricción por resbalamiento entre las paredes estacionarias del receptáculo y las partes móviles, estas bombas no son apropiadas para manejar líquidos que contengan arenas o materias en suspensión.



Estas bombas son relativamente de baja velocidad de rotación, de tal manera que cuando tienen que ser movidas por motores eléctricos deben ser intercaladas transmisiones de engranes o poleas para reducir la velocidad entre el motor y la bomba.

Otra característica importante es la velocidad del fluido en los conductos tanto de entrada como de salida llegando a los parámetros de:

- Línea de ingreso 0,4 a 1,5 (m/s)
- Línea de descarga 2 a 5 (m/s)

❖ **Clasificación:**

- ✓ Bombas de Pistón
- ✓ Bombas de diafragma

✚ **BOMBA DE PISTÓN (Émbolo)**

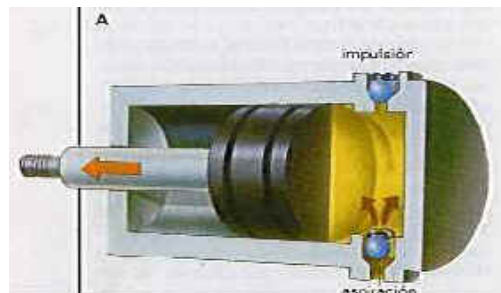


Figura 53: Bomba de pistón seccionada

Durante la carrera de descenso del pistón, se abre la válvula de admisión accionada por el vacío creado por el propio pistón, mientras la de descarga se aprieta contra su asiento, de esta forma se llena de líquido el espacio sobre él. Luego, cuando el pistón sube, el incremento de presión cierra la válvula de admisión y empuja la de escape, abriéndola, con lo que se produce la descarga. La repetición de este ciclo de trabajo produce un bombeo pulsante a presiones que pueden ser muy grandes.

Soporta temperaturas de hasta 80°C.



BOMBAS DE DIAFRAGMA

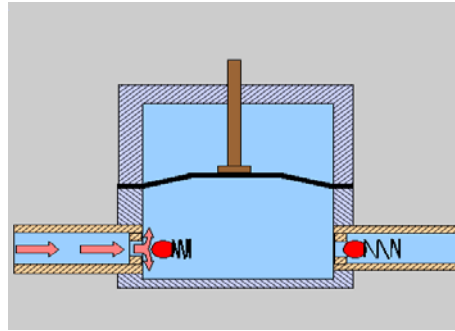


Figura 54: Diagrama de una bomba de diafragma

El elemento de bombeo, colocado dentro de un cuerpo cerrado que se acciona desde el exterior por un mecanismo reciprocante.

Este movimiento reciprocante hace aumentar y disminuir el volumen debajo del diafragma, 2 válvulas colocadas a la entrada y la salida fuerzan el líquido a circular en la dirección de bombeo.

Como en las bombas de diafragma no hay piezas friccionantes, ellas encuentran aplicación en el bombeo de líquidos contaminados con sólidos, tal como los lodos, pulpas, drenajes, soluciones acidas y alcalinas.

3.3.4.1.1.2) BOMBAS ROTATORIAS

Estas bombas, no tienen válvulas ni partes reciprocantes; el movimiento del líquido es efectuado por la acción combinada de dos elementos giratorios semejantes a las ruedas dentadas. No debe intentarse el emplearla para el bombeo de líquidos delgados. las bombas positivas rotatorias pueden trabajar a grandes velocidades sin el peligro de que se presenten presiones de inercia.

❖ Clasificación:

- ✓ Bomba de tornillo
- ✓ Bomba de Engranaje
- ✓ Bomba de lóbulos
- ✓ Bomba de Paletas

✚ BOMBA DE TORNILO

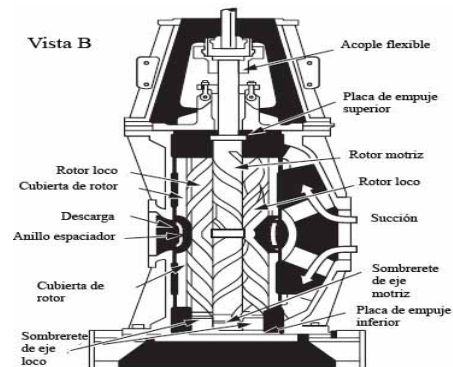


Figura 55: Partes de una bomba rotativa de tornillo seccionada

Trabajan a grandes velocidades, a pesar de ello es una bomba silenciosa. También se le conoce como bomba helicoidal. El tornillo central tiene rosca de derechas y es el eje del motor; mientras que los otros dos tornillos son de rosca de izquierdas. Al girar se originan cámaras entre los filetes de los tres tornillos haciendo que el fluido circule desde la zona de aspiración a la zona de impulsión. El tornillo central es el que mueve a los otros dos tornillos.

Las velocidades que puede llegar a alcanzar oscila entre los 3000 y los 5000 r.p.m. Pueden trabajar con pequeños y grandes caudales, aunque la presión no supera los 180 bar.

BOMBA DE ENGRANAJE

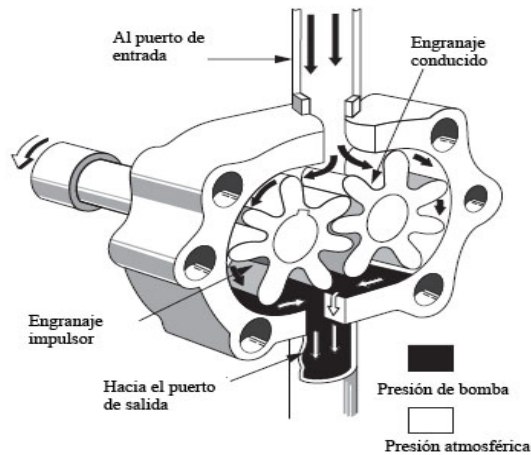


Figura 56: Partes de una bomba rotativa de engranaje

Son utilizadas en caudales grandes, pero con presiones bajas, el funcionamiento es simple, uno de los engranajes hace de conductor y mueve al otro engranaje. La cámara de bombeo está formada entre los engranajes y la carcasa, el fluido circula a través de los dientes de los engranajes, su rendimiento puede llegar al 90 %.

Principales características:

- ✓ Puede proporcionar un caudal de 1 a 600 (l/min.)
- ✓ Presiones de 15 a 200 (Kp/cm²)
- ✓ Velocidad de 500 a 3000 (rpm)
- ✓ Temperatura máxima de trabajo 70°C

BOMBA DE LÓBULOS

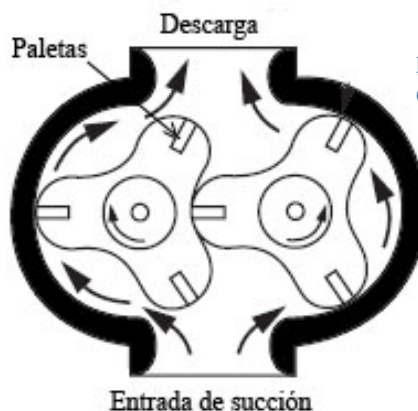


Figura 57: Esquema de una bomba rotativa de tipo lóbulos

Estas bombas se asemejan al funcionamiento de una bomba de engranajes de dientes externos los cuales giran en sentidos opuestos con lo que logran aumentar el volumen y disminuir la presión y con ello conseguir la aspiración del fluido.

BOMBAS DE PALETAS

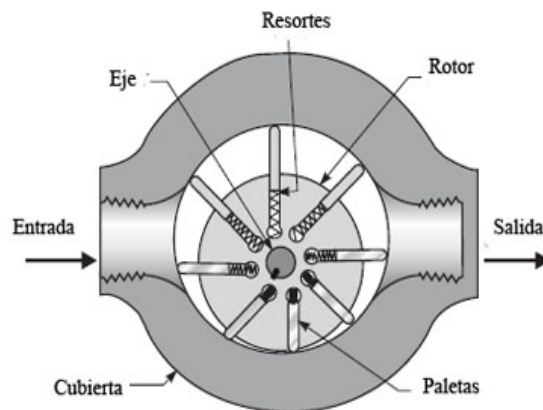


Figura 58: Partes de una bomba rotativa de paletas

La bomba de paletas consta de un rotor ranurado que gira dentro de una cámara conformada por un anillo de forma ovalada que sirve de pista para las paletas que van dentro de las ranuras del rotor, entrando y saliendo con el movimiento, y los platos de presión, en los cuales está el orificio de entrada en uno y de salida en el opuesto, Los espacios que quedan delimitados entre el anillo, el rotor, las paletas y los platos laterales se denominan cámaras de bombeo. Dichas cámaras van cambiando de volumen en la medida que el rotor va girando impulsado por el eje. Cuando las paletas están más salidas, el volumen es mayor que cuando están metidas entre el rotor.

3.3.4.1.2) BOMBAS CINÉTICAS

Las bombas cinéticas, **como las centrífugas**, son aquellas en que se aplica energía al fluido que se bombea con un impulsor que gira en un eje. La energía cinética



aplicada al fluido por el impulsor se convierte en energía de presión cuando el líquido sale del impulsor y avanza a lo largo de la voluta o carcaza.

El elemento rotativo de una bomba centrífuga se denomina rodete o impulsor. La forma del impulsor puede forzar al fluido a salir en un plano perpendicular a su eje y recibe el nombre de bomba centrífuga de flujo radial, puede dar al fluido una velocidad con componentes tanto axial como radial y se conoce como de flujo mixto o puede inducir al flujo en espiral según la dirección del eje, bomba centrífuga de flujo axial.

Existen bombas centrífugas de una y varias etapas. En las bombas de una etapa se pueden alcanzar presiones de hasta 5 atm, en las de varias etapas se pueden alcanzar hasta 25 atm de presión, dependiendo del número de etapas.

Las bombas centrífugas sirven para el transporte de líquidos que contengan sólidos en suspensión, pero poco viscosos. Su caudal es constante y elevado, tienen bajo mantenimiento. Este tipo de bombas presentan un rendimiento elevado para un intervalo pequeño de caudal pero su rendimiento es bajo cuando transportan líquidos viscosos.

Este tipo de bombas son las usadas en la industria química, siempre que no se manejen fluidos muy viscosos. Dependiendo del tipo de impulsor, las bombas centrífugas se clasifican en:

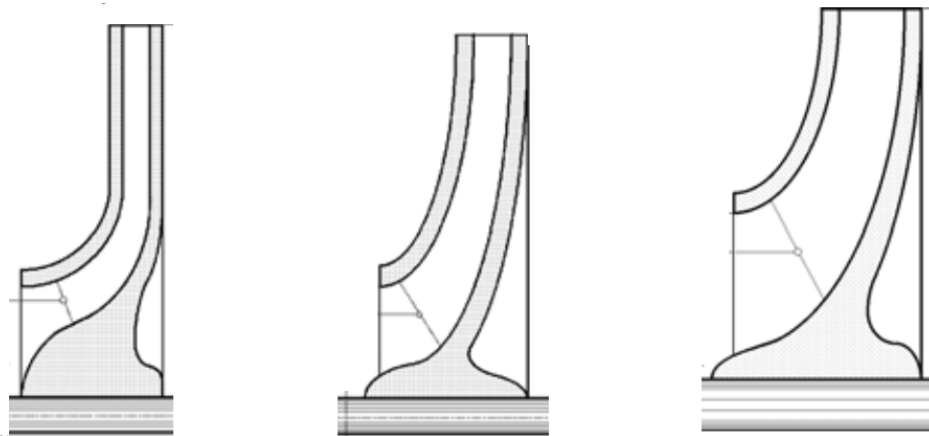
- ✓ Bombas centrífugas de flujo radial.
- ✓ Bombas centrífugas de flujo mixto.
- ✓ Bombas centrífugas de flujo axial.



BOMBAS CENTRÍFUGAS DE FLUJO RADIAL

Las bombas centrífugas de flujo radial se utilizan para cargas altas y caudales pequeños, sus impulsores son por lo general angostos. El flujo es radial y la presión desarrollada es debida principalmente a la fuerza centrífuga.

En la figura se muestran los 3 tipos de impulsores que se presentan en una bomba centrífuga radial. Estos impulsores son de baja velocidad específica, concepto que se desarrollará más adelante, y manejan líquidos limpios, sin sólidos en suspensión.

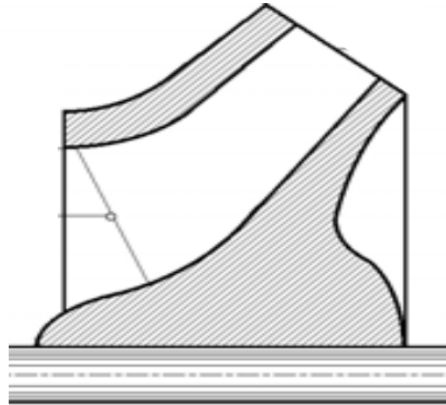


BOMBAS CENTRÍFUGAS DE FLUJO MIXTO

Estas bombas se utilizan para cargas y caudales intermedios.

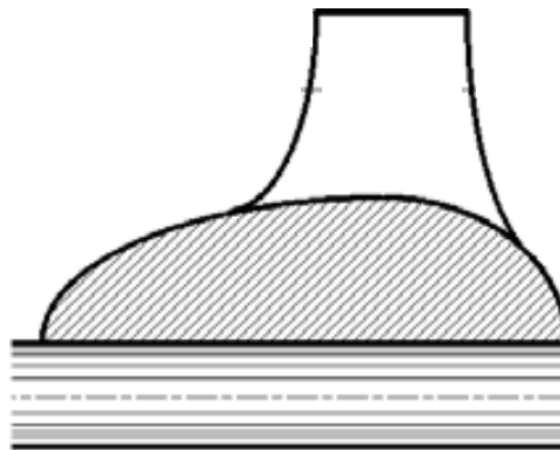
El impulsor es más ancho que los de flujo radial y los alabes adquieren una doble curvatura, torciéndose en el extremo de la succión, tal como se muestra en la figura.

La velocidad específica en este tipo de impulsores va aumentando y manejan líquidos con sólidos en suspensión.



✚ BOMBAS CENTRÍFUGAS DE FLUJO AXIAL

Estas bombas se utilizan para cargas pequeñas y grandes caudales, tienen impulsores tipo propela, de flujo completamente axial. Estos impulsores son los de mayor velocidad específica y este tipo de bombas es especialmente adecuado para drenaje en ciudades.





3.3.4.2) BOMBAS HIDRAÚLICAS EXISTENTES EN EDAR MANUFACTURAS S.A.

NOMENCLATURA	TIPO DE ACTUADOR
B1B1	Bomba (Pozo de bombeo)
B2B1	Bomba (Pozo de salida)
EFB1	Bomba accionamiento neumático (Espesador de fangos)
CB1	Bomba (Policloruro de Aluminio)
N1B1	Bomba (Sosa)
N2B1	Bomba (Ácido clorhídrico)
PP1B1	Bomba (Polielectrolito F.Q.)
PP2B1	Bomba (Coagulante orgánico)
DMUB1	Bomba (Polielectrolito deshidratador)
PCB1	Bomba (Policoncentrado)

Tabla 15: Tabla de bombas instaladas en la actual planta

3.3.4.3) BOMBAS HIDRAÚLICAS A INSTALAR EN EDAR MANUFACTURAS S.A.



3.3.4.3.1) BOMBAS LOWARA COM350/09 (H1B1/H1B2)

2 Bombas centrífugas horizontales de acero inoxidable con impulsor abierto y bridas roscadas.

Sus principales aplicaciones son:

- ✓ Lavado y tratamiento de piezas metálicas y/o tratamiento de superficies.
- ✓ Lavado de productos en la industria del embalaje.
- ✓ Equipos y sistemas de lavado en la industria alimentaria.
- ✓ Plantas de tinte e industria textil.
- ✓ Plantas para la circulación y transferencia de líquidos moderadamente viscosos, con baja agresividad química.
- ✓ Lavado industrial y lavavajillas comercial.



Foto 27: Bombas centrífugas LOWARA instaladas en E.D.A.R. Manufacturas s.a.

En la versión estándar los componentes en contacto con el líquido bombeado son de acero inoxidable AISI 316L.



CARACTERÍSTICAS LOWARA COM 350/09/A:

- Conexión:
Monofásica 220-240 V, 50 Hz
- Cuerpo bomba:
AISI 316L
- Sello mecánico:
Carbón/Cerámica/FPM
- Juntas tóricas:
NBR
- Caudal:
0...24 m³/h.
- Presión máxima de trabajo:
8 bar.
- Temperatura:
-10...110 °C.
- Paso de sólidos:
11 mm.
- Potencia:
900 w.
- DNA:
Rp 1½
- Peso:
13,20 Kg.
- Protección:
IP 55
- Aislamiento:
Clase F.



3.3.4.3.2) BOMBA NEUMÁTICA WILDEM XPX4 (AFL1B1)

El principio de funcionamiento, sorprendente por su sencillez, es sinónimo de polivalencia y fiabilidad en la industria. Con este diseño, Wilden ha desarrollado toda una gama completa de bombas, desde ¼" hasta 4", para caudales de unos pocos litros por hora hasta 60 m³/h.

Una gran variedad de materiales permite el uso de las bombas Wilden para aplicaciones varias, en todos los ámbitos industriales, incluidos los entornos más duros.

El sistema de distribución de aire Pro-Flo™ X es una evolución del Pro-Flo™ V. Su particularidad se sitúa en su sistema patentado EMS (Efficiency Management System), que permite ajustar sencillamente, por simple rotación del regulador, el caudal de la bomba en función de la necesidad real del usuario, reduciendo así el consumo de aire comprimido.

Las ventajas son idénticas a las de los Pro-Flo™ y Pro-Flo™ V, con además: Sistema de regulación del caudal de la bomba integrado, por gestión del consumo de aire.



Foto 28: Fotografía de la bomba encargada de la extracción de fangos



Algunas de sus características generales son:

- ✓ Trabajo en seco sin daño
- ✓ Auto aspirantes en seco
- ✓ Fácil de instalar y reparar
- ✓ No se congelan
- ✓ Uso contra válvula cerrada sin By-Pass
- ✓ Sin fuga (Membranas)
- ✓ Resistente a la abrasión
- ✓ Caudal fácilmente regulable con el aire
- ✓ Segura por diseño (anti deflagrante)
- ✓ Sin necesidad de lubricación
- ✓ Posibilidad de trabajo en Paro/Marcha
- ✓ Certificaciones: UL, USP Class VI, CSA, CE, FDA, USDA, 3A, EHEDG, ATEX

APLICACIONES

- ✓ Disolventes
- ✓ Ácidos
- ✓ Bases
- ✓ Alta viscosidad hasta 100.000 cps
- ✓ Alta presión hasta 17 bar
- ✓ Sólidos en suspensión
- ✓ Líquidos altamente abrasivos
- ✓ Fluidos inflamables y peligrosos

CONFIGURACIÓN DE INSTALACIÓN DE LAS BOMBAS WILDEN

- En Aspiración:
 - ✓ Gran poder de succión en seco
 - ✓ Puede trabajar en seco indefinidamente
 - ✓ No genera aumento de temperatura



- En Carga:
 - ✓ Recomendado para productos viscosos
 - ✓ Para descarga de tanques o camiones
 - ✓ La vida de la membrana es superior si se limita la carga a 0,7 bar

- Sumergida:
 - ✓ Algunas bombas se pueden preparar para uso sumergido.

CARACTERÍSTICAS WILDEN XPX4:

- Tamaños:
6...102 mm.
- Materiales:
Aluminio, Fundición nodular, Inoxidable, Hastelloy C.
- Temperaturas de materiales:
Hasta 176,7 °C.
- Elastómeros:
Buna-N, Neopreno, EDPM, Viton, Wi-flex, Saniflex, Poliuretano, PTFE.
- Caudal máximo:
1.174 l/min.
- Aspiración máxima:
9,5 m cebado, 7,6 m en seco.
- Cilindrada máxima:
4,73 l.
- Presión máxima:
8,6 bar.
- Paso de sólidos máximo:
35 mm.



3.3.4.3.3) BOMBA JESCO MEMDOS E-110 (N2B2)

Dosificación fiable de los productos químicos. Las bombas dosificadoras de diafragma accionadas por motor, juegan un papel importante en la dosificación fiable y precisa de los líquidos en el proceso. Son apropiadas para aplicaciones de baja presión y alta dosificación. Se utilizan en muchas ramas de la industria que trabajan con productos químicos líquidos - sin excluir medios tóxicos y agresivos.

Existen dos modelos MEMDOS disponibles, cada uno con o sin control por microprocesador. La versión más pequeña se puede utilizar para capacidades de 0 a 160 l/h y la versión más grande para capacidades de 0 a 380 l/h. Las presiones son admisibles entre 4 y 10 bar, dependiendo del tamaño.



Foto 29 Bomba utilizada en Manufacturas S.A. para dosificación de ácido

Gracias a la unidad de empuje con capacidad de ajuste manual o automático, los medios de comunicación que transmiten ácidos, lejías, agentes precipitantes y floculantes se dosifican de forma fiable y precisa.

Previa solicitud, las bombas MEMDOS también se pueden suministrar con un sistema de doble diafragma. Entonces se evita su rotura si el diafragma de dosificación se desgasta.

Las bombas MEMDOS E se pueden integrar en controles o sistemas de control automático. Para la dosificación constante sin control, el motor de MEMDOS E está conectado directamente a la caja de bornes. Una gran variedad de motores trifásicos y monofásicos está disponible para este propósito.

Por otro lado podemos controlar su dosificación final mediante variadores de frecuencia colocados para tal fin.



El controlador MEMDOS DX permite la adaptación a un gran número de señales de control diferentes así como al equipo de monitoreo del sistema. Para el suministro de químicos, por ejemplo, dos controles están disponibles: control de nivel del tanque con la señal de alarma y la indicación de bajo nivel. Las señales necesarias para la activación externa de la bomba pueden ser contactos de cierre sin tensión simples de medidores de agua, controladores o señales analógicas de 4...20 mA. Dependiendo de la versión, el MEMDOS DX se puede ajustar de forma continua entre 0 y 142 carreras / min. para el control interno. Un solo golpe sigue a cada contacto.

Las bombas MEMDOS-E son:

- ✓ Apropriadas para tareas de mezcla precisos
- ✓ Rango de capacidad de 4 a 393 l / h, a presiones de hasta 10 bar
- ✓ Dependencia menor de la presión de retorno
- ✓ El desarrollo lineal de la cantidad de dosificación de acuerdo con la longitud de la carrera
- ✓ Unidad Tappet con ajuste manual y automático
- ✓ Capacidad También es adecuado para el funcionamiento del convertidor de frecuencia
- ✓ Amplia gama de dosificación de materiales de la cabeza
- ✓ Sistema de doble diafragma opcional
- ✓ Pequeño stand, requiere poco espacio
- ✓ Dosificación por lotes opcional

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MEMDOS E-110:

- Capacidad de suministro a máxima presión:
107 l/h.
- Volumen sistólico:
19 ml/pulso.



- Presión máxima:
5 bar.
- Diafragma:
90 mm.
- Longitud de carrera:
9 mm.
- Potencia:
250 w.
- Protección:
IP 55
- Voltaje entrada:
5 VDC
- Peso:
20 Kg.

3.3.4.3.4) BOMBA JESCO MEMDOS LB-110 (PP1B2)



Foto 30: Bomba Jesco para dosificación de polielectrolito

Las bombas de dosificación de diafragma accionadas a motor juegan un papel importante en una dosificación confiable y precisa de líquidos en ciclos de proceso. Son apropiadas para aplicaciones de baja presión y altas cantidades de dosificación. Las bombas dosificadoras se utilizan en varias ramas de la industria que trabajan con químicos líquidos sin excluir medios tóxicos y altamente agresivos.



Se encuentran disponibles dos tamaños de la serie MEMDOS LB. Se encuentra disponible una amplia cobertura cuando se trata de desempeño y químicos resistencia gracias a la variedad de cabezales de dosificación, combinados con una amplia gama de materiales de cabezales de dosificación.

Los rangos de desempeño van desde tamaño 0-325 gph. La presión máxima permitida, dependiendo del tamaño, es de entre 58 y 232 psig. Gracias al fuerte motor de vástago con una capacidad de ajuste automática o manual, los medios transportados tales como ácidos, lejía, coagulantes y floculantes son dosificados de manera confiable y precisa.

A petición, las bombas MEMDOS LB también pueden ser suministradas con un sistema de diafragma doble. Por lo tanto, la fuga incontrolable de medio es evitada aún si el diafragma dosificador se desgasta.

MEMDOS LB se utiliza cuando la integración de la bomba en los controles o circuitos de control es necesaria. Para una dosificación constante sin un controlador, el motor de MEMDOS LB es directamente conectado a la caja de terminales. Una amplia variedad de motores de tres fases y fase única se encuentra disponible para este propósito. A modo de ajustar la capacidad de dosificación, se puede ajustar tanto la longitud del ciclo mecánica o automáticamente como la velocidad del motor de tres fases, regulándolo por medio de un convertidor de frecuencia separado.

- ✓ Rango de capacidad de 0 a 325 gph, más de 232 psig
- ✓ Mínima dependencia de la contrapresión
- ✓ Frecuencia del ciclo de la variable indefinida desde 0 a 100%
- ✓ Motor de vástago con ajuste de capacidad manual y automática
- ✓ Materiales disponibles: PVC, PP, PVDF y acero inoxidable
- ✓ Diseño compacto, poco espacio requerido
- ✓ Material consistente para bombas y accesorios n Se encuentra disponible una variedad de motores de tres fases y fase única



- ✓ Sistema de doble diafragma (opcional)
- ✓ También disponibles para operaciones de conversión de frecuencia.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MEMDOS LB-110:

- Capacidad de suministro a máxima presión:
 - 167,3 l/h a 50 Hz
 - 199,4 l/h a 60 Hz
 - 21,4 ml/pulso
- Frecuencia del ciclo máxima:
 - 96 rpm a 50 Hz
 - 115 rpm a 60 Hz
- Presión de suministro máxima:
 - 7,3 PSI
- Longitud del ciclo:
 - 0,4 seg.
- Ancho de la válvula nominal:
 - DN 10
- Suministro de tensión:
 - 115 V (230 V opcional)
- Clase de protección:
 - IP 55
- Peso (sin motor):
 - 36,8 Kg.

3.3.4.4) AGITADORES

La agitación se refiere a forzar un fluido por medios mecánicos para que adquiera un movimiento circulatorio en el interior de un recipiente.

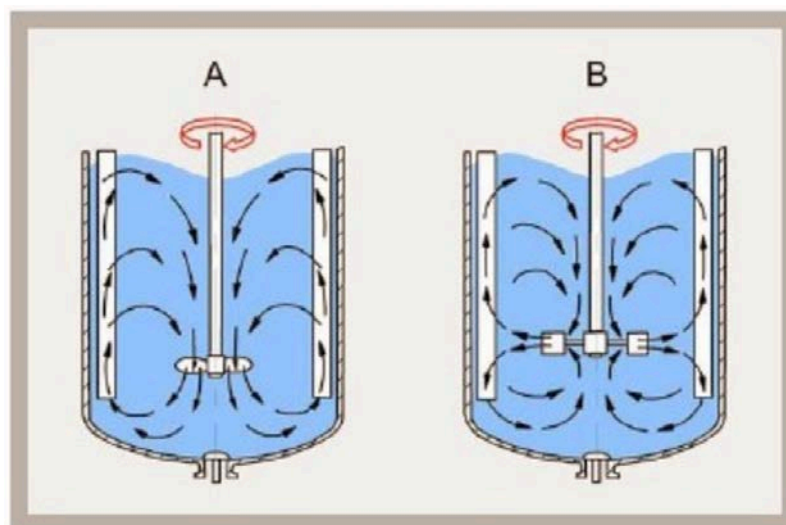
Los objetivos de la agitación pueden ser:



- ✓ Mezcla de dos líquidos miscibles (ejemplo: alcohol y agua)
- ✓ Disolución de sólidos en Líquido (ejemplo: azúcar y agua)
- ✓ Mejorar la transferencia de calor, tanto en calentamiento como en enfriamiento.
- ✓ Dispersión de un gas en un líquido (ejemplo: oxígeno en caldo de fermentación)
- ✓ Dispersión de partículas finas en un líquido.
- ✓ Dispersión de dos fases no miscibles (ejemplo: grasa en la leche)

El equipo de agitación consiste en un recipiente cilíndrico (cerrado o abierto), y un agitador mecánico, montado en un eje y accionado por un motor eléctrico. Las proporciones del tanque varían ampliamente, dependiendo de la naturaleza del problema de agitación. El fondo del tanque debe ser redondeado, con el fin de eliminar los bordes rectos o regiones en las cuales no penetrarían las corrientes del fluido. La altura del líquido, es aproximadamente igual al diámetro del tanque. Sobre un eje suspendido desde la parte superior, irá montando el agitador, estando el eje accionado por un motor, conectado a veces, directamente al mismo, pero con mayor frecuencia a través de una caja de engranajes reductores.

Los agitadores, según las corrientes que generan, pueden ser: de flujo axial, o de flujo radial.



Campos de velocidades en el depósito de agitación con agitación axial (A) y radial (B)



Los de flujo axial generan corrientes paralelas al eje del impulsor. A diferencia de estos, los de flujo radial generarán corrientes en dirección radial tangencial.

FORMAS DE EVITAR REMOLINOS:

Colocando el agitador fuera del eje central del tanque En tanques pequeños se debe colocar el rodete separado del centro del tanque, de tal manera que el eje del agitador no coincida con el eje central del tanque. En tanques mayores el agitador puede montarse en forma lateral, con el eje en un plano horizontal, pero no en la dirección del radio.

Instalando placas deflectoras. Estas son placas verticales perpendiculares a la pared del tanque. En tanques pequeños son suficientes 4 placas deflectoras, para evitar remolinos y formación de vórtice. El ancho de las placas no debe ser mayor que un doceavo del diámetro del tanque. Cuando se usan agitadores de hélice, el ancho de la placa puede ser de un octavo del diámetro del tanque.

DEFLECTORES O BAFLES:

Cuando se emplean agitadores de aspas para agitar fluidos de baja viscosidad en tanques sin deflectores (o baffles) se genera un vórtice. La profundidad del vórtice crece con la velocidad hasta que eventualmente el vórtice pasa por el agitador. La eficiencia del mezclado en un sistema con vórtice es usualmente menor que la correspondiente en el sistema sin ella. Para eliminar esta problemática, comúnmente se colocan cuatro deflectores al tanque con un ancho de $1/10$ el diámetro del tanque

Para líquidos de alta velocidad su misma resistencia natural a fluir amortigua la formación del vórtice al grado que el ancho de los baffles puede reducirse a $1/20$ del diámetro del tanque.



Para fluidos viscosos se recomienda colocar los deflectores a una distancia de la pared igual al ancho del deflector para evitar zonas estancadas detrás de estos.

En los siguientes puntos mostraremos los tipos de agitadores más comunes.

3.3.4.4.1) AGITADORES DE PALETA

Consiste en una hoja plana sujeta a un eje rotatorio. El flujo de líquido tiene una componente radial grande en el plano de la pala y también un gran componente rotacional.

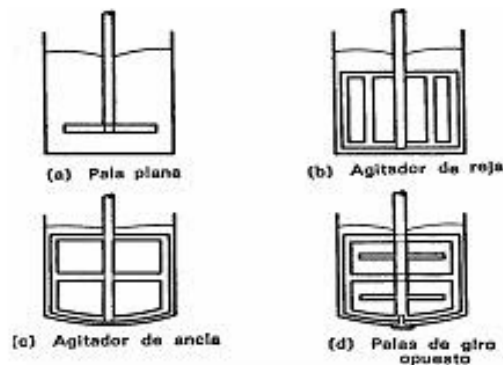


Figura 59: Tipos de agitadores de paleta según la forma de ésta

Los agitadores de pala son de construcción relativamente fácil.

Los agitadores de pala sencillos producen una acción de mezcla suave, que es con frecuencia la conveniente para el trabajo con materiales cristalinos frágiles.

Son útiles para operaciones de simple mezcla, como, por ejemplo, la mezcla de líquidos miscibles o la disolución de productos sólidos



Los agitadores industriales de paletas giran a una velocidad comprendida entre 20 y 150 rpm. La longitud del rodete de un agitador de paletas es del orden de 50 al 80% del diámetro interior del tanque.

La anchura de la paleta es de un sexto a un décimo de su longitud.

A velocidades muy bajas, un agitador de paletas produce una agitación suave, en un tanque sin placas deflectoras o cortacorrientes, las cuales son necesarias para velocidades elevadas. De lo contrario el líquido se mueve como un remolino que gira alrededor del tanque, con velocidad elevada pero con poco efecto de mezcla.

3.3.4.4.2) AGITADORES DE TURBINA

Están constituidos por un componente impulsor con más de cuatro hojas, montadas sobre el mismo elemento y fijas a un eje rotatorio. Los agitadores de turbina se pueden utilizar para procesar numerosos materiales.

Los agitadores de turbina son eficaces para un amplio intervalo de viscosidades; en líquidos poco viscosos, producen corrientes intensas, que se extienden por todo el tanque y destruyen las masas de líquido estancado.

En las proximidades del rodete existe una zona de corrientes rápidas, de alta turbulencia e intensos esfuerzos cortantes. Las corrientes principales son radiales y tangenciales. Las componentes tangenciales dan lugar a vórtices y torbellinos, que se deben evitar por medio de placas deflectoras o un anillo difusor, con el fin de que el rodete sea más eficaz.

El agitador de turbina semi abierto, conocido como agitador de disco con aletas, se emplea para dispersar o disolver un gas en un líquido. El gas entra por la parte inferior del eje del rodete; las aletas lanzan las burbujas grandes y las rompen en muchas



pequeñas, con lo cual se aumenta grandemente el área inter-facial entre el gas y el líquido.

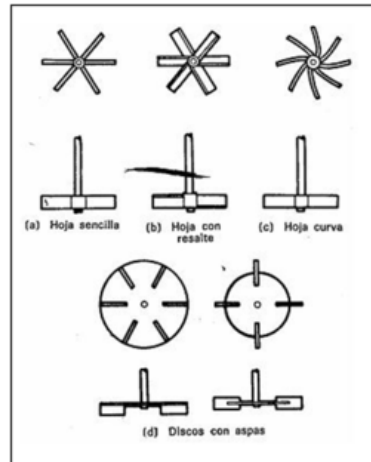


Figura 60: Diferentes tipos de agitador de turbina

3.3.4.4.3) AGITADORES DE HÉLICE

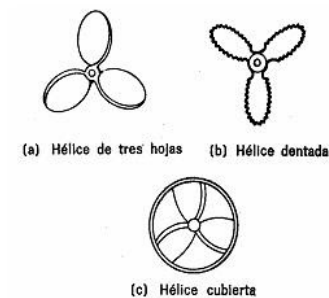


Figura 61: Algunos ejemplos de agitadores de hélice

Poseen elementos impulsores de hojas cortas (corrientemente de menos de $\frac{1}{4}$ del diámetro del tanque); giran a gran velocidad (de 500 a varios millares de r.p.m). Las hélices no son muy efectivas si van montadas sobre ejes verticales situados en el centro del depósito de mezcla.

La velocidad de flujo creada, en un depósito, por un mezclador de hélice tiene tres componentes:

- ✓ Una componente radial que actúa en dirección perpendicular al eje.
- ✓ Una componente longitudinal que actúa paralelamente al eje.
- ✓ Una componente rotatoria que actúa en dirección tangencial al círculo de rotación del eje.

Tanto la componente radial como la longitudinal contribuyen, generalmente, a la mezcla, pero no siempre la componente rotatoria.

3.3.4.5) AGITADORES EXISTENTES EN EDAR MANUFACTURAS S.A.

NOMENCLATURA	TIPO DE ACTUADOR
PP1A1	Agitador (Preparación polielectrolito)
PP2A1	Agitador (Preparación coagulante)
APA1	Agitador (Ajuste de pH)
DMUA1	Agitador (Polielectrolito deshidratador)

Tabla 16: Nomenclatura de los agitadores instalados en la anterior planta

3.3.4.6) AGITADORES A INSTALAR EN EDAR MANUFACTURAS S.A.

3.3.4.6.1) AGITADOR ABS XRW-210 (H1A1 Y H2A1)



Compacto agitador sumergible en acero inoxidable, diseñado para la agitación y mezcla en grandes balsas y canales abiertos.

Figura 62: Ilustración de un agitador abs como el usado



Diseño

El agitador sumergible está construido como un equipo compacto y estanco que incorpora una hélice y un soporte que permite el ajuste vertical y horizontal. También dispone de un kit de instalación que permite el acoplamiento a un tubo guía cuadrado. Algunos modelos pueden suministrarse con aro de corriente. Estos agitadores se fabrican en fundición gris (EC) y acero inoxidable (CR).

Motor

IE3 Premium Efficiency, trifásico con rotor en jaula de ardilla, 400 V (otras tensiones disponibles), 50 Hz, 4 polos. Protección tipo IP 68, estátor con aislamiento clase H. Arranque directo. Sumergencia máxima 20 m.

Hélice

Hélice de 2 ó 3 álabes de diseño optimizado con excelente efecto auto-limpieza para un funcionamiento carente de vibraciones. Diseñada para conseguir grandes empujes y, por tanto, un gran caudal en dirección axial.

Anillo deflector de sólidos

Anillo patentado que protege la junta mecánica de posibles daños causados por la entrada de materiales sólidos y fibrosos.

Rodamientos

Todos los rodamientos están lubricados de por vida y libres de mantenimiento, diseñados para una vida útil estimada de más de 100.000 horas.

Sellado del eje

Junta mecánica en carburo de silicio/carburo de silicio en el lado del medio. Juntas tóricas y retén en NBR. Vigilancia de la junta: Sistema DI compuesto por un sensor en la cámara de aceite (no disponible en versión Ex), motor y caja de conexiones.



Vigilancia de la temperatura

Sondas térmicas en el estátor que se activan a 140 °C.

Cable

Resistente al agua residual en CSM, tipo S1BN8-F, longitud 10 metros. Opcional: 15, 20, 30, 40, 50 metros.

Opcional

Versión antideflagrante, junta adicional hacía el lado del motor en SiC-C, aro de corriente, juntas en vitón, cable EMC, termistor PTC en el estátor, ajuste del ángulo en vertical, protector de vórtices, asa de elevación, amortiguador de vibraciones.

Peso

XRW-PA 08/4 = 34,5 kg; XRW-PA 15/4 = 42,5 kg, con aro de corriente + 5,2 kg

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ABS XRW 210:

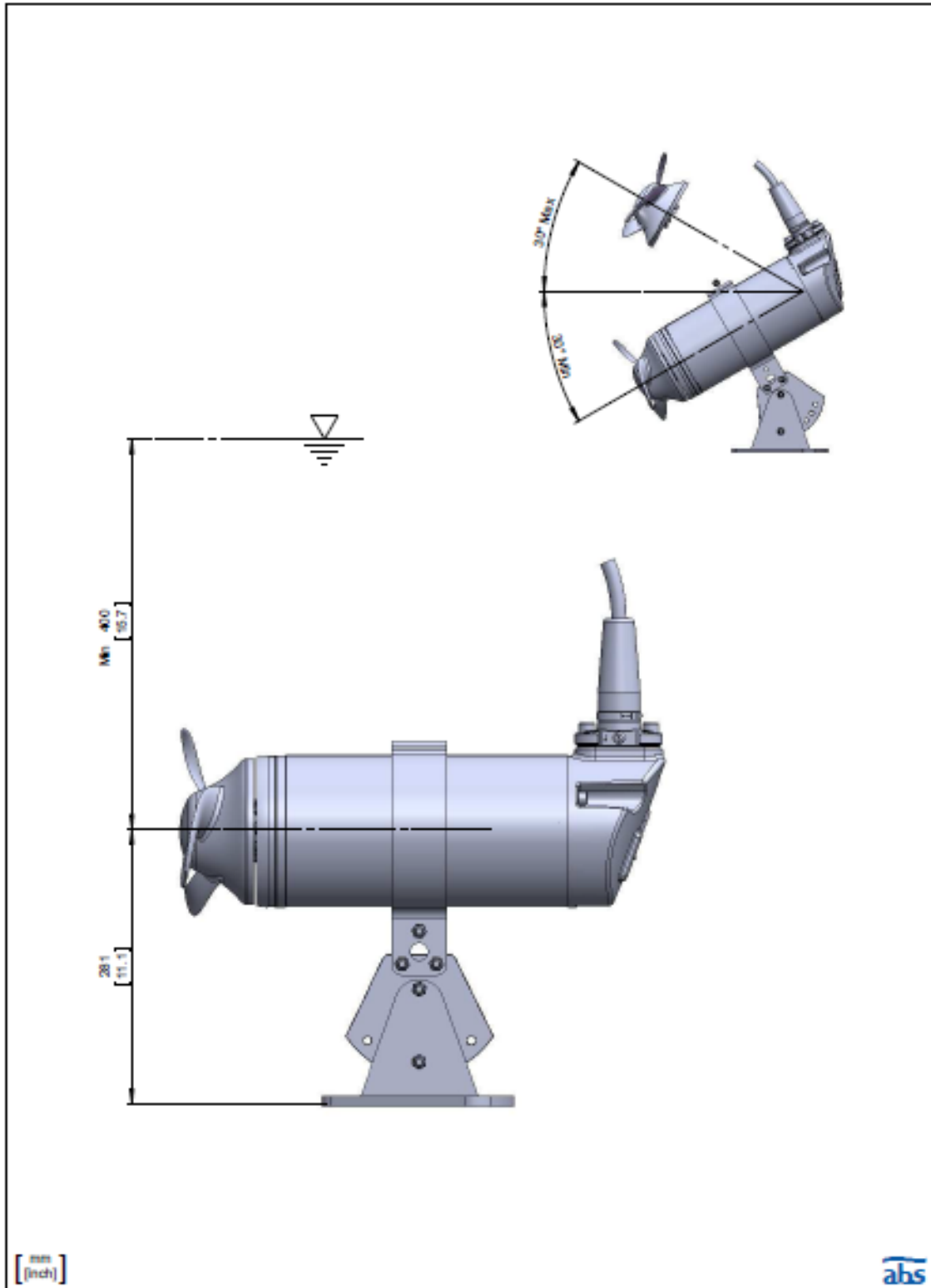
- Potencia nominal:
1.5 Kw
- Intensidad nominal a 400V:
3,7 A.
- Velocidad:
1452 rpm
- Rendimiento:
85,3 %
- Factor de potencia:
0,7
- Eje del motor:
1,4021 AISI 420
- Hélice:
1,4460 AISI 329



PLANOS Y DIMENSIONES:

No: AN-M 14.209-00	XRW 210 EC/CR
Del/Nam.: 27.08.12 / B McDonald	Dimension sheet XRW 210 Bottom Installation
Card Code: ANM14209	Maßblatt XRW 210 Nassinstallation
Technical changes reserved Änderungen vorbehalten ABS se réserve le droit de changer les caractéristiques techniques	Plan d'encombrement XRW 210 Installation noyée

SULZER



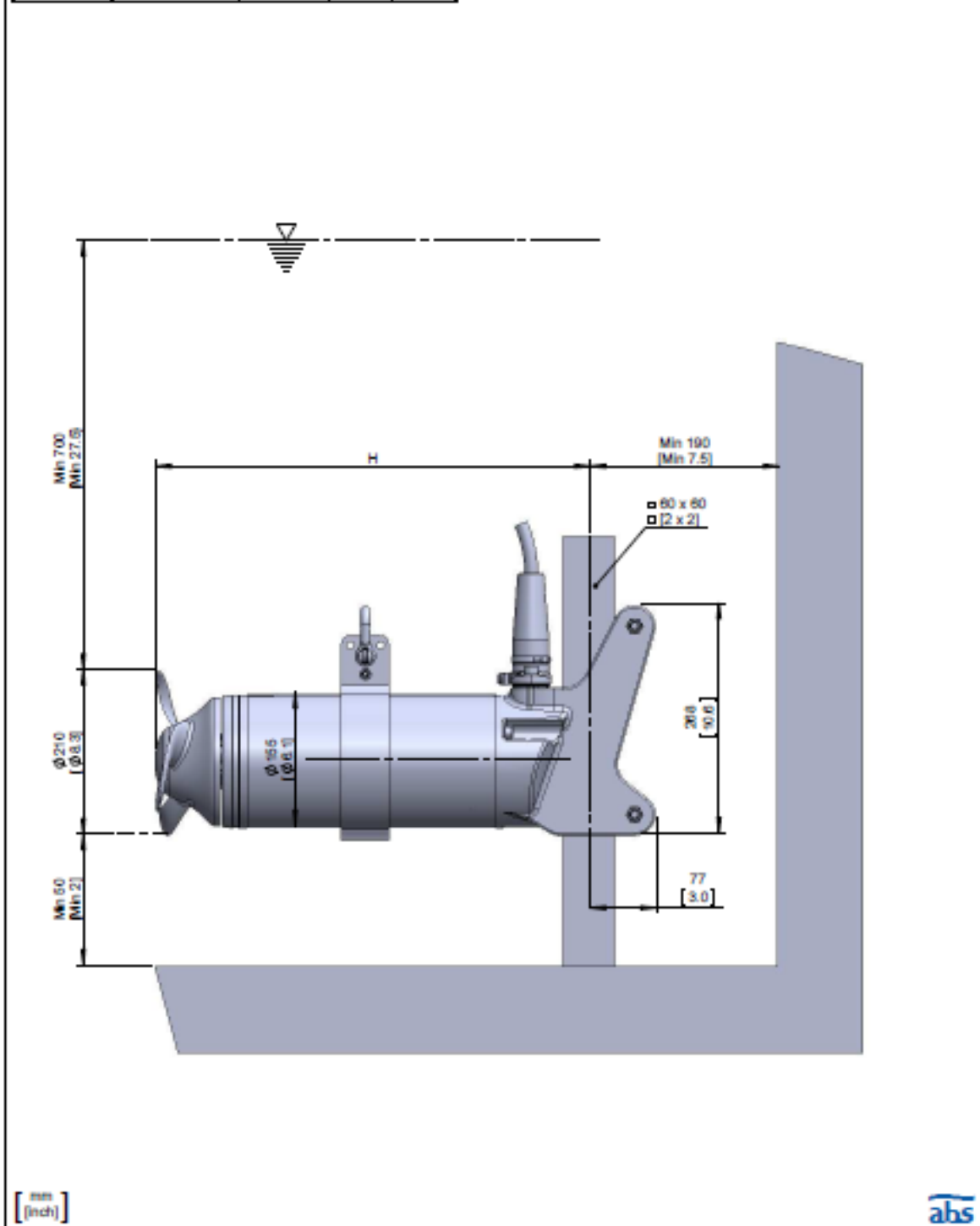


No: AN-M 14.216 -00	XRW 210 EC/CR
Del/Nam.: 27.09.12 / B McDonald	Dimension sheet XRW 210
Card Code: ANM14216	Maßblatt XRW 210
Technical changes reserved Änderungen vorbehalten ABS se réserve le droit de changer les caractéristiques techniques	Plan d'encombrement XRW 210

SULZER

Type	Frequency	Weight	H	
PE 08/4	50 Hz	33Kg	447	17.6
PE 15/4	50 Hz	41Kg	507	20.0
PE 18/4	60 Hz	41Kg	507	20.0

Weight: Includes mixer, slider bracket and 10m cable
Gewicht: Beinhabel Rührwerk, Halterung und 10m Kabel
Poids: Agitateur, coulisseau et 10m de câble
For different cable length see IOM, chapter 1.7
Für abweichende Kabelänge siehe EBA, Kapitel 1.7
Pour des longueurs supérieures, voir la section 1.7 du manuel



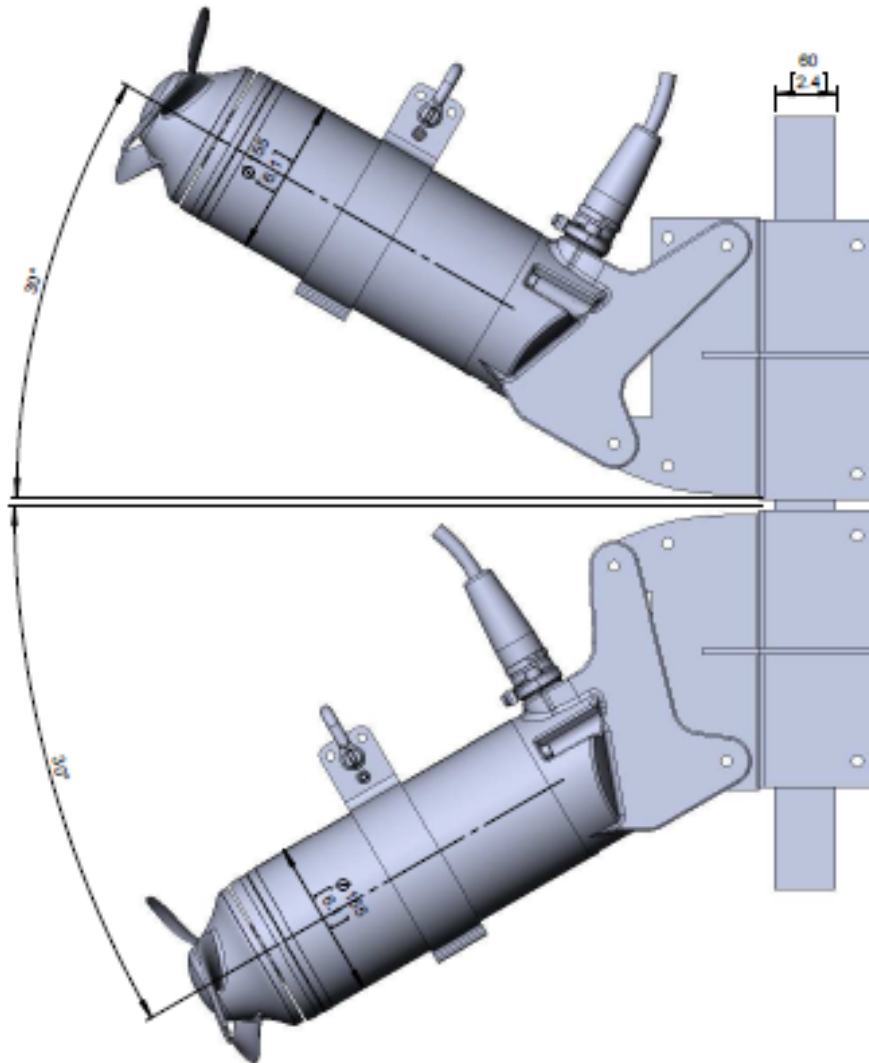


No: AN-M 14.219 -00	XRW 210 EC/CR
Del/Nam.: 27.09.12 / B McDonald	Dimension sheet XRW 210
Card Code: ANM14219	Maßblatt XRW 210
Technical changes reserved Änderungen vorbehalten ABS se réserve le droit de changer les caractéristiques techniques	Plan d'encombrement XRW 210

SULZER

Type	Frequency	Weight
PE 08/4	50 Hz	40Kg
PE 15/4	50 Hz	48Kg
PE 18/4	60 Hz	48Kg

Weight: Includes mixer, slider bracket and 10m cable
Gewicht: Beinhaltet Rührwerk, Halterung und 10m Kabel
Poids: Agitateur, coulisseau et 10m de câble
For different cable length see IOM, chapter 1.7
Für abweichende Kabellänge siehe EBA, Kapitel 1.7
Pour des longueurs supérieures, voir la section 1.7 du manuel



mm
[inch]

abs



3.3.4.7) ELECTROVÁLVULAS

También llamadas válvulas de solenoide, siendo este un dispositivo físico capaz de crear un campo magnético uniforme y constante.

La válvula de solenoide es un dispositivo operado eléctricamente, y es utilizado para controlar el flujo de líquidos o gases en posición completamente abierta o completamente cerrada.

Así, una electroválvula puede usarse para controlar el flujo de muchos fluidos diferentes, dándole la debida consideración a las presiones y temperaturas involucradas, la viscosidad del fluido y la adaptabilidad de los materiales usados en la construcción de la válvula.

Una electroválvula consta de dos partes accionantes distintas, pero integrables:

- ✓ Un solenoide (bobina eléctrica).
- ✓ El cuerpo de la válvula.

Esta válvula se cierra por gravedad, por presión o por la acción de un resorte; y es abierta por el movimiento de un émbolo operado por la acción magnética de una bobina energizada eléctricamente, o viceversa.

Las válvulas solenoide pueden dividirse de manera general, en dos tipos: las de acción directa y las operadas por piloto.

También por su forma, hay tres tipos de electroválvulas de uso común: de dos vías, de tres vías y de cuatro vías o reversibles.

3.3.4.7.1) Electroválvula de acción directa

Se utiliza en válvulas con baja capacidad y puertos de tamaño pequeños. El émbolo está conectado mecánicamente a la aguja de la válvula. Al energizar la bobina, el émbolo se eleva hacia el centro de la misma, levantando la aguja.

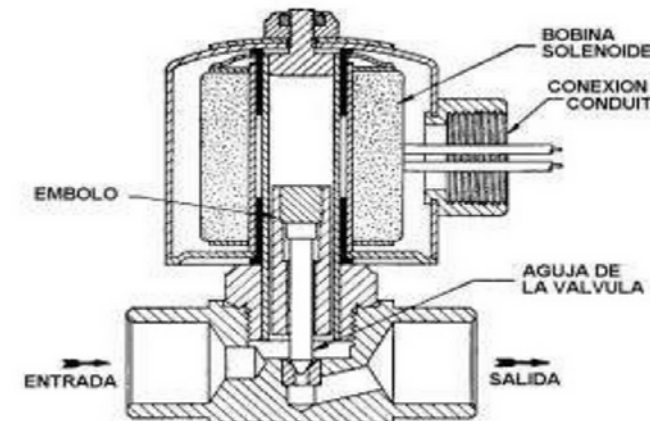


Figura 63: Partes que componen las partes de una electroválvula de acción directa

3.3.4.7.2) Válvulas operadas por piloto

Las válvulas solenoide operadas por piloto, utilizan una combinación de la bobina solenoide y la presión de la línea.

En estas válvulas, el émbolo está unido a un vástago de aguja que cubre un orificio piloto en lugar del puerto principal.

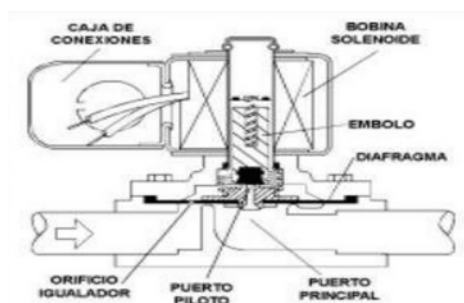


Figura 64: Diagrama de una válvula operada por piloto

En algunos diseños de válvulas de solenoide operadas por piloto, se usa un diafragma en lugar de pistón, para cerrar el puerto principal.



3.3.4.7.3) Válvulas por vías

➤ **VÁLVULA DOS VÍAS:**

Es el tipo de válvula de solenoide más común, tiene una conexión de entrada y una de salida, y controla el flujo del fluido en una sola línea. Puede ser de acción directa u operada por piloto, dependiendo de la capacidad del sistema.

➤ **VÁLVULA DE TRES VÍAS (Desviadoras):**

Tienen una conexión de entrada que es común a dos diferentes conexiones de salida.

Las válvulas de tres vías son, básicamente, una combinación de la válvula de dos vías, en un solo cuerpo y una sola bobina. La mayoría son del tipo “operadas por piloto”.

Se usan principalmente en unidades de refrigeración comercial y en aire acondicionado, para recuperación de calor, para reducción de capacidad en los compresores y para deshielo con gas caliente.

➤ **VÁLVULAS DE CUATRO VÍAS:**

Se conocen comúnmente como válvulas reversibles. Su uso es casi exclusivamente en bombas de calor, para seleccionar ya sea el ciclo de enfriamiento o el de calefacción, dependiendo del requerimiento. Estas válvulas tienen tres salidas y una entrada común.



3.3.4.8) VÁLVULAS EXISTENTES EN EDAR MANUFACTURAS S.A.

NOMENCLATURA	TIPO DE ACTUADOR
PP2EV1	Electroválvula agua (Preparación coagulante)
PP1EV1	Electroválvula agua (Preparación polielectrolito)
EFEV1	Electroválvula aire (Espesador de fangos)
DMUEV1	Electroválvula agua (Polielectrolito fangos)

Tabla 17: Nomenclatura de las válvulas colocadas en la anterior E.D.A.R. Manufacturas S.A.

3.3.4.9) VÁLVULAS A INSTALAR EN EDAR MANUFACTURAS S.A.

NOMENCLATURA	TIPO DE ACTUADOR
H1EV1	Electroválvula aire (Bomba homogeneización 1)
H1EV2	Electroválvula aire (Bomba homogeneización 2)
H1EV3	Electroválvula aire (Apertura a UF2)
H1EV4	Electroválvula aire (Apertura a FQ)
UF2EV1	Electroválvula aire (Apertura vaciado UF2B2)
UF2EV2	Electroválvula aire (Apertura presostato UF2B3)
AFL1EV1	Electroválvula aire (Bomba vaciado AFL1)

Tabla 18: Resumen de las válvulas que instalaremos en la ampliación de la E.D.A.R. Manufacturas s.a.



CAPÍTULO 4

FUNCIONAMIENTO, AUTOMATIZACIÓN Y SUPERVISIÓN DE EDAR MANUFACTURAS S.A.



4.1) FUNCIONAMIENTO EDAR MANUFACTURAS S.A.

Para empezar, haremos una descripción de manera general del proceso que va a seguir el agua durante la depuración de la misma. Más adelante, durante la programación del proceso, explicaremos con mayor detalle las funciones sobre las que queremos actuar, el orden de las mismas así como interacciones entre unas y otras.

No entraremos por tanto por el momento a explicar la acción de los diferentes sensores y actuadores sobre el proceso a automatizar.

Cabe destacar que citaremos la maquinaria que compone la E.D.A.R. Manufacturas S.A., si bien no nos detendremos en ella puesto que ya se ha explicado con anterioridad en el **CAPÍTULO 3** de este proyecto.

Se busca por lo tanto dar a comprender el proceso de una manera más coloquial. Se recomienda visualizar el plano de la E.D.A.R. Manufacturas S.A. modificada.

- El agua residual procedente de las barcas del lavadero de Manufacturas, son recogidas y transportadas (por gravedad) a través del colector hasta la entrada de aguas de la depuradora [imagen izquierda superior del plano].

Una vez trasladadas, el primer paso es hacer pasar el agua por un desbaste de escalera **DB1**. Este desbaste desechará los sólidos de mayor tamaño (piedras y tierras bastas).

El agua residual, libre de los mayores sólidos, es vaciada en un pozo de bombeo **B1** que nos servirá como almacenante.

Gracias a una bomba haremos circular posteriormente el agua a través de dos tamices, uno de rodillo **DB2** y otro de tornillo **DB3**, cuya misión es eliminar sólidos que aún no han sido extraídos por el desbaste de escalera.



Como vemos, existirán dos salidas diferentes para cada tamiz, una de ellas del agua sin sólidos y otra de fangos, cuya salida será directamente el contenedor final de fangos. Estos fangos llevarán su correspondiente proceso junto a los demás fangos reunidos en el proceso de depuración, por lo que explicaremos su camino posteriormente.

A la salida de agua de estos dos tamices encontramos el primer cruce de tuberías, el cual estará gobernado por dos válvulas manuales. En caso de rotura/avería o exceso de caudal agua que la E.D.A.R. puede gestionar, abriremos el bypass de salida y cerraremos la válvula de continuación, llevando el agua residual directamente al colector de la depuradora municipal de Béjar.

Lo normal, por tanto será que encontremos esta válvula de bypass de salida cerrada y por lo tanto sigamos con el proceso de depuración.

- Si continuamos [línea azul que baja en el plano], nos encontramos con la segunda derivación, la cual también la manejaremos de manera manual, puesto que el funcionamiento normal consistirá en dirigir el agua residual hasta los dos tanques de homogeneización **H1** y **H2** [camino izquierdo]. La única finalidad de esta derivación es la de poder hacer una depuración físico-química del agua residual, si existe alguna avería/fuga en los tanques de homogeneización (esto se entiende, no será normal ni frecuente).

Teniendo en cuenta el proceso natural, todo el caudal vendrá a parar por tanto a los tanques de homogeneización. Al estar ambos dos interconectados y al mismo nivel, tenderán a nivelarse por igual. Con esto conseguiremos una capacidad lo suficientemente amplia como para no sufrir excesos de caudal como ocurría con anterioridad. También será importante su función homogeneizadora gracias a los dos agitadores colocados en cada depósito,



así como la regulación de caudal a la salida de estos regulada por dos bombas **H1B1** y **H1B2**.

Las bombas situadas a la salida del segundo tanque de homogeneización, impulsarán el agua según las órdenes recibidas por el medidor de nivel de radar **H1N1**, de manera que se activarán con un nivel determinado y se apagarán cuando el nivel de ambos tanques baje a un mínimo pre-establecidos.

- El proceso de bombeo contará con dos bombas gobernadas a través de dos variadores de frecuencia para poder actuar sobre el caudal bombeado.

El motivo de que existan dos bombas es principalmente para evitar el paro de la planta en caso de que una de ellas se encuentre averiada.

Las dos electroválvulas acopladas a la salida de cada una de las bombas **H1EV1** y **H1EV2**, cortarán o dejarán paso en función del funcionamiento o no de las bombas, y tienen una doble función. La primera es evitar sobrepresiones, con lo que abrirán segundos antes de que se conecten las bombas, y se cerrarán segundos después de que estas se corten. El segundo, es la facultad de evitar el retorno del agua cuando las bombas están apagadas.

Ala salida de las dos bombas, encontramos un medidor de caudal H1N2 que será el encargado de proporcionarnos este dato, para poder actuar sobre los variadores de las diferentes bombas y así trabajar con el caudal que deseemos.

Por último encontramos durante la etapa de bombeo dos electroválvulas, que gobernarán la dirección a seguir del agua ya homogeneizada. Si bien es lógico que lo deseable sería llevar todo el agua bombeada hasta la unidad de



fangos 2 [arriba en el centro del plano], previo paso del floculador, no sabemos cual será el caudal exacto con el que podamos trabajar. Esto hace que sea necesario tener en cuenta la posibilidad de que automáticamente necesitemos dirigir momentáneamente una cantidad de caudal directamente al tanque fisicoquímico. Cabe destacar que **H1EV4** por ende se encontrará normalmente abierta y **H1EV3** normalmente cerrado, y la orden de actuación sobre ellos modificaría su estado.

- El agua bombeada, llegará al floculador **FL**, cuya función es la de conseguir una mezcla a través del flujo del caudal por el serpentín. La mezcla se obtendría añadiendo ácido clorhídrico del depósito **N2** y polielectrolito del depósito de preparación de éste **PP1** al agua residual, a través de las bombas **N2B2** y **PP1B2** (esta última salida lleva incorporada un caudalímetro **PP1N3** a la salida de la bomba para ser capaces de controlar la cantidad a añadir).

Estas sustancias como ya hemos explicado con anterioridad, tiene como objetivo facilitar la futura separación de la grasa y fangos en el dispositivo DAF, en la **UF2**.

La cantidad de polielectrolito añadido la efectuará la bomba **PP1B2** (visualizaremos el caudal de polielectrolito bombeado gracias al caudalímetro **PP1N3**).

Por otro lado, y gracias a el medidor de pH situado en el floculador **FLN1**, se podrá actuar en la marcha y el paro de la bomba **N2B2** encargada de añadir ácido clorhídrico en el floculador.

- Una vez pasado el serpentín y por tanto realizada ya la mezcla, entramos directamente a la unidad de fangos 2, es decir al DAF de la **UF2**.



Como ya hemos explicado con anterioridad, mediante el proceso que explicaremos más detalladamente a continuación, el DAF tendrá como objetivo eliminar fangos en disolución del agua residual, así como desgrasar la misma.

Para conseguirlo, el sistema actuará de la siguiente manera:

- En un principio se conectará la bomba de recirculación **UF2B3**. Una vez el presostato **UF2N1**, detecte un nivel de presión adecuado, se podrá actuar sobre la electroválvula **UF2EV2** para abrirla y así comenzar a insuflar el aire al sistema.

Gracias a los floculantes y coagulantes añadidos, y debido a la aireación en el sistema DAF, conseguiremos que suban a la superficie los “flóculos” de grasa creados (arrastraremos alguna pequeña cantidad de fango, si bien es cierto que lo deseable es que esta cantidad sea lo más pequeña posible).

- Una vez realizada esta “estabilización” del sistema y por tanto ya trabajando en modo “normal” de funcionamiento, se podrán activar los motores **UF2B2** y **UF2B1** del tornillo sin fin de extracción de fangos [al fondo del DAF] y de las rasquetas [situadas en la parte superficial del DAF].
- Estos dos motores funcionarán de forma temporizada, alternando tiempos de marcha y de paro para dar tiempo a la acumulación de fango en el fondo y de grasas en la superficie.

De esta manera, al transcurrir un tiempo de funcionamiento (tiempo que podremos variar por la pantalla que instalaremos), se acumularán en el fondo la suficiente cantidad de fangos como para



que al activar el motor del tornillo sinfín **UF2B2**, este evacue únicamente fangos y no “tiremos” agua tratada.

Idénticamente ocurrirá con las rasquetas **UF2B1**, ya que lo deseable será llevar a la planta de extracción de lanolina el agua con mayor concentración de grasa posible, puesto que además de facilitar el trabajo de las centrífugas, el rendimiento será mucho mayor.

- Al activar el motor UF2B2, será necesario actuar sobre la electroválvula UF2EV1, la cual abriremos segundos antes de que el sinfín se ponga en marcha para evitar crear presión en la tubería. También la cerraremos segundos después de que el sinfín se apague (por el mismo motivo).
 - Los fangos arrastrados son vaciados a la arqueta de fangos **AFL1** [línea marrón en la parte inferior derecha del DAF de la UF2]. Por su parte, las capas superiores de grasa se trasladarán a la línea de extracción de lanolina (la cual será gobernada por su propio autómatas por lo que se gestionará por si misma)[línea morada que sale de la parte superior derecha del DAF en la UF2]. Por último el agua “libre de fangos y grasas” (siempre llevará en mayor o menor medida grasa y fangos menores debido a que el rendimiento del DAF no es ideal), situada en capas intermedias, se evacuará [salida azul a la izquierda del DAR de la UF2] para seguir el proceso y así conseguir su mayor depuración.
- Tenemos por tanto tres salidas de la **UF2** (agua desengrasada y libre de fango para su posterior depuración secundaria, grasa de las capas superiores del DAF para su posterior tratamiento en planta extractora de lanolina y fangos extraídos después del tratamiento del agua en el DAF).



Como la extracción de la lanolina se efectúa de manera independiente a través del autómata previamente programado que incluye el cuadro de la planta, evitaremos dar mayores explicaciones, si bien al final haremos un breve inciso sobre su método de extracción de una manera más sencilla.

Por otro lado, la salida de fangos, la obviaremos por el momento, explicando el proceso que siguen todos los fangos reunidos en las diferentes etapas posteriormente.

Centrándonos por lo tanto en la salida de “agua clarificada”, y siguiendo su camino, se ha diseñado un circuito en el cual el operario podrá actuar.

Entendemos que el agua no siempre traerá las mismas cantidades de grasa fangos y productos químicos (jabones, sosa...), por lo que dependiendo de cada momento, los pasos posteriores a los ahora explicados serán capaces de tratar mayor o menor cantidad de agua dependiendo del agua recibida. Es por esto, que encontramos tres llaves de paso/corte que además nos servirán, en función de lo que el operario observe, el caudal que se dirigirá a cada una de las partes.

El camino que sale a la izquierda en el plano, nos lleva nuevamente a los depósitos de homogeneización. Como hemos explicado, hasta el momento el caudal sobrepasaba la capacidad de depuración de la planta que ya existía. Es por eso que los tanques de homogeneización realizan una función muy importante, ya que nos permitirán almacenar una gran cantidad de volumen de agua para su posterior tratamiento en momentos en los que el caudal de agua residual baje. Además, encontramos otro beneficio en caso de necesitar encaminar parte del agua tratada en la **UF2**. Este beneficio no es otro que el de recircular el agua “tratada” por el DAF en la **UF2**, pudiendo extraer parte



de la lanolina que no se extrajo en la primera pasada, y así multiplicar el rendimiento del DAF en el desengrase del agua.

El camino por defecto (en caso de que seamos capaces de tratar todo el caudal saliente, lo haremos) y nos lleva directamente al depósito físico-químico **FQ** [camino que baja hacia abajo en el plano].

Por último encontramos una salida de agua que va directamente hasta el pozo de bombeo de salida [salida hacia la derecha del plano]. Recurriremos a ella en caso de avería en la depuradora físico-química existente, y siempre que los depósitos de homogeneización estén al límite de su capacidad. Si bien es cierto que no es lo más deseable, hay que tener en cuenta de que en caso de vernos obligados a usar esta salida, el agua ya se encuentra en un estado de depuración bastante avanzado. Además, el agua residual estará libre en su mayor parte de grasa, lo cual evitará el mayor de los problemas a la E.D.A.R. Béjar. Se incide en que a pesar de esto, evitaremos usar esta salida.

- Una vez llega el agua al depósito físico-químico **FQ**, encontramos a la entrada de este un caudalímetro **FQN2**, que nos registrará la cantidad de caudal para que el operario tenga un dato real y con la mayor exactitud posible la cantidad que está introduciendo. Con la experiencia, suponemos que será sencillo controlar la cantidad que debe destinarse en función de la lana que se esté tratando en ese momento (cada tipo de lana aporta al agua residual una cantidad de grasa, tierra y vegetal determinado, así como cantidad de productos necesarios para su limpieza).

Una vez “estancada” el agua en el depósito, añadiremos a esta una serie de productos tales como:



- ✓ Poli-cloruro de aluminio. Será bombeado mediante la acción de la bomba **CB1** desde el depósito **C** [línea verde oscura del plano, que va desde el depósito **C** situado a la izquierda del físico-químico].
- ✓ Ácido clorhídrico. Desde el depósito **N2**, provisto de dos estaciones de bombeo diferentes, añadimos el producto mediante la actuación de la bomba **N2B1** en el depósito físico-químico [línea verde claro del plano]. La cantidad de ácido clorhídrico bombeado se regulará gracias al ph-metro **FQN1** colocado en el depósito **FQ**, el cual efectuará la marcha/paro de la bomba cuando se supere o baje el nivel de pH prefijado.
- ✓ Coagulante orgánico. Será añadido mediante el bombeo que realizará **PP2B1** desde el depósito de preparación de coagulante orgánico **PP2**. El depósito cuenta con una electroválvula **PP2EV1** que añadirá o cortara el paso del agua para la preparación del coagulante. Esta electroválvula tendrá un funcionamiento de marcha paro gobernada por dos sensores de nivel colocados en el depósito **PP2N1/1** y **PP2N1/2**. Por último destacar que la mezcla se efectuará gracias al movimiento de un agitador colocado para tal fin y que también actuará en función de los niveles del depósito.
- ✓ Poli-electrolito. Por último añadiremos a la mezcla poli-electrolito para facilitar el correcto funcionamiento posterior del DAF de la unidad de fangos **UF1**. Cabe destacar que el poli-electrolito, a diferencia del resto de los componentes, no se aplica en el depósito **FQ**, sino que se añade casi constantemente en una cantidad determinada durante el flujo del agua de salida del **FQ**.

Una vez añadidos todos los productos, la mezcla realizada continua [línea azul hacia la derecha del depósito físico-químico] hasta la unidad de fangos 1 **UF1**.



- El proceso de tratamiento de la unidad de fangos 1 **UF1**, es completamente semejante al tratamiento explicado en la **UF2**. Por un lado introducimos el agua en un pH apto así como mezclado con una serie de coagulantes orgánicos y poli-electrolitos. Una vez dentro del DAF, a través de aire a presión conseguimos que materias grasas suban a la superficie para que unas rasquetas las evacuen (al ser una pequeña cantidad de grasa la eliminada junto a algunas partículas de fango arrastradas a la superficie, depositamos esta materia directamente en el espesador de fangos **EF**); en caso opuesto, tenemos los fangos mayoritarios que pueda contener el agua, que caerán al fondo y serán evacuados a partir de una trampilla que abrimos para la salida de estos cuando pasado un tiempo existe una acumulación lo suficientemente grande (en la **UF2** el mecanismo se basaba en un tornillo sinfín extractor).[líneas marrones que salen desde la izquierda del **UF1** en el plano]

Cabe destacar que en el caso de la **UF1**, al formar parte de un proceso ya automatizado anteriormente en la depuradora existente, no es necesario aplicar ninguna orden sobre el DAF.

Al llegar el agua residual ya pre-tratada por la **UF2**, a la salida de este módulo conseguiremos un agua ya depurada en las capas intermedias, encontrándola clarificada y libre de materia grasa.[línea azul que observamos a la parte media derecha en el plano].

- Una vez a la salida de la **UF1**, sólo nos queda una cosa por hacer. Este último proceso consiste en normalizar el pH del agua ya tratada, de tal manera que el grado de acidez que necesitábamos para que los poli-electrolitos y los coagulantes funcionaran correctamente, se regule mediante el añadido de un producto base. Para ello disponemos de un depósito que llamaremos de



ajuste de pH **AP**, equipado con un pH-metro **APN1**, y dispuesto de un agitador **APA1**.

Si bien el pH-metro será el encargado de medir continuamente el nivel de pH del depósito hasta que consigamos mantenerlo en un estado neutro, el agitador por su parte nos facilitará la mezcla del agua con la sosa añadida para regular el nivel de pH homogéneamente.

Con este fin encontramos el depósito de sosa **N1**, que como podemos observar, está dotado de una válvula de membrana **N1B1**, la cual se conectará y detendrá mediante la acción de **APN1**.

- El agua ya normalizada, se vacía hasta un pozo de bombeo de salida **B2**, la cual será bombeada directamente hasta el colector municipal mediante la bomba **B2B1**.
- Los fangos recibidos desde la **UF1**, mediante un deshidratador de fangos que ya existía en el proceso de depuración, se compactan mediante deshidratación. Para ello se les volverá a aplicar una cantidad de polielectrolito. Finalmente, una cinta transportadora los extrae hasta unos depósitos que ya se dispondrán para su posterior retirada como residuo.



4.2) *HARDWARE ESCOGIDO: SIMATIC S-1200, Características generales*

Se ha escogido el controlador modular compacto S7-1200.

Proporciona la potencia y flexibilidad para controlar una amplia variedad de para controlar una amplia variedad de dispositivos de apoyo a sus necesidades de automatización.

El diseño compacto, configuración flexible y potente conjunto de flexibly potente conjunto de instrucciones se combinan para hacer que el S7-1200 sea la solución perfecta para el control de una amplia variedad de aplicaciones.



Foto 31: Autómata Siemens serie S7-1200

Es por tanto una solución ideal para controlar una amplia variedad de aplicaciones.

4.2.1) CPU SIMATEC S7-1200

Dentro de la gama SIMATIC S-1200 encontramos 3 CPUs diferentes con 3 configuraciones cada una. Más adelante nos centraremos en cual será el encargado de gobernar el proceso de la EDAR Manufacturas S.A., así como del proceso posterior de extracción de lanolina.

Estos tres núcleos centrales son:



SIMATIC S7-1200 CPUs	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
3 configuraciones por CPU	DC/DC/DC, AC/DC/RLY, DC/DC/RLY		
Dimensiones W x H x D (mm)	90 x 100 x 75	90 x 100 x 75	110 x 100 x 75

Figura 65: Imagen de las diferentes CPU S7-1200 y sus características básicas

4.2.2) CONECTIVIDAD CPU S7-1200

Todos ellos constan de:

- ENTRADAS DIGITALES:
 - ✓ Tipo sumidero/fuente. Tensión nominal a 24VDC a 4mA

- SALIDAS DIGITALES:
 - ✓ Tipo relé. Con un rango de voltaje que va desde 5 a 30VDC o 5 a 250 VAC. Siempre con amperajes máximos de 2.0 A.
 - ✓ Tipo fuente. Rango de voltaje 20.4 a 28.8 VDC y corriente máxima de 0.5

- **ENTRADAS ANALÓGICAS:**

- ✓ Tipo tensión (unipolares). Rango: 0 a 10 V. Resolución: 10 bits

Si bien es cierto que todas las distintas CPUs constan de estas entradas, cada una conlleva un número determinado, así como unas características independientes.



Integrated I/O	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Integrated Digital I/O	6 / 4 salidas	8 entradas / 6 salidas	14 entradas / 10 salidas
Integrated Analog I/O	2 entradas	2 entradas	2 entradas
Max. Local I/O – Digital	14	82	284
Max. Local I/O – Analog	3	19	67
Tamaño de imagen de proceso	1024 Bytes for entradas / 1024 Bytes for salidas		

Figura 66: CPUs S7-1200 y tabla de entradas salidas de cada una de ellas

4.2.3) MEMORIA DE USUARIO INTEGRADA CPU S7-1200

Con lo que respecta a la memoria de usuario integrada, el S7-1200 CPU dispone de las siguientes áreas de memoria:

- **MEMORIA DE CARGA:**

- ✓ Área de almacenamiento no volátil para el programa de usuario, los datos y la configuración.



○ MEMORIA DE TRABAJO:

- ✓ Área de almacenamiento volátil para algunos elementos del proyecto de usuario utilizado por la CPU mientras se ejecuta utilizado por la CPU mientras se ejecuta el programa de usuario.

○ MEMORIA RETENTIVA:

- ✓ Área de almacenamiento no volátil que se utiliza almacenamiento no volátil que se utiliza para "retener" una cantidad limitada de valores de la memoria de trabajo durante una pérdida de potencia.

La memoria de usuario integrada admite una frontera "flotante" entre el programa de usuario, los datos de los programas y los datos de configuración. Almacena los comentarios del programa y símbolos de usuario. Almacena la información de configuración y general para cada dispositivo de y general para cada dispositivo de hardware.



Memoria de usuario integrada	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Memoria de trabajo	25 KB	25 KB	50 KB
Memoria de carga	1 MB	1 MB	2 MB
Memoria remanente	2 KB	2 KB	2 KB
Bit Memory (M)	4 KB	4 KB	8 KB

Figura 67: CPUs S7-1200 y su relación de memoria integrada

4.2.4) MEMORY CARD S7-1200

La memory card puede configurarse para diversas aplicaciones:

- **PROGRAM CARD:**
 - ✓ Para utilizar la tarjeta de memoria como memoria de carga externa de la CPU proporcionando un mayor almacenamiento de carga para el uso del Data logging y páginas Web.

- **TRANSFER CARD:**
 - ✓ Para copiar un programa a la memoria de carga interna de una o a la memoria de carga interna de una o más CPUs sin necesidad de utilizar el sistema de ingeniería STEP 7 Basic.

- **FIRMWARE UPDATE CARD:**
 - ✓ Para actualizar el firmware de la CPU y hardware S7-1200 conectado.



Memory cards	SIMATIC Memory Card	SIMATIC Memory Card
Capacidad	2 MB	24 MB

Figura 68: Tarjetas de memoria para las CPUs.

4.2.5) RENDIMIENTO CPU S7-1200

La CPU S7-1200 combina un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, entradas, salidas y en una carcasa compacta para crear un controlador muy potente.

La CPU controla cambios de entradas/salidas y de acuerdo a la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, contaje, temporizador, operaciones matemáticas, y la comunicación con otros dispositivos inteligentes.



Rendimiento	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Boolean Execution Speed		0.1 μ s / instruction	
Move Word Execution Speed		12 μ s / instruction	
Real Math Execution Speed		18 μ s / instruction	

Figura 69: CPUs S7-1200: Tiempos de ejecución de operación

4.2.6) CARACTERÍSTICAS ADICIONALES S7-1200

Bloques de terminales desmontables para la puesta en marcha y mantenimiento sencillos. En todas las CPUs, módulos de señales, signal boards y communication boards.

Reloj de tiempo real y calendario integrado. Horario de verano y offset estándar de tiempo. Un super-condensador mantiene el reloj en funcionamiento cuando la CPU está apagada con un tiempo de retención de 10 días.

4.2.7) DISEÑO ESCALABLE Y FLEXIBLE S7-1200

El S7-1200 ofrece una gran familia de módulos y tarjetas plug-in para la expansión de las capacidades de la CPU.

Con interfaces adicionales de E/S y de comunicación, el S7-1200 se puede configurar para adaptarse exactamente a sus requisitos de aplicación.



Expansion CPU	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Signal Module (SM)	<i>ninguno</i>	2	8
Communication Module (CM) o Communication Processor (CP)	3	3	3
Signal Board (SB) o Communication Board (CB)	1	1	1

Figura 70: Capacidad de ampliación de cada CPU

○ **MODULOS DE SEÑALES (SM):**

Con los módulos de señales, puede fácilmente ampliar el número de E/S del controlador para adaptarse exactamente a sus requisitos de aplicación.

Los módulos digitales proveen canales digitales de E/S adicionales.

Los módulos de medida analógica y temperaturas proveen canales analógicos de E/S adicionales.

A continuación se muestran algunos de los diferentes módulos de E/S compatibles con el S7-1200 y que hemos utilizado:



<i>Módulos de señales</i>	SM 1221 DC	SM 1221 DC
Entrada digital	DI 8 x 24 V DC	DI 16 x 24 V DC

Tabla 19: Módulos de entradas digitales

<i>Módulos de señales</i>	SM 1223 DC/DC	SM 1223 DC/DC	SM 1223 DC/RLY	SM 1223 DC/RLY
Entrada / Salida digital	DI 8 x 24 V DC DO 8 x 24 V DC 0.5 A	DI 16 x 24 V DC DO 16 x 24 V DC 0.5 A	DI 8 x 24 V DC DO 8 x RLY 30 V DC / 250 V AC 2 A	DI 16 x 24 V DC DO 16 x RLY 30 V DC / 250 V AC 2 A

Tabla 20: Módulos de entradas y salidas digitales

<i>Módulos de señales</i>	SM 1231 AI	SM 1231 AI
Entrada analógica	AI 4 x 13 Bit ± 10 V DC, ± 5 V DC, ± 2.5 V DC or 0-20 mA	AI 8 x 13 Bit ± 10 V DC, ± 5 V DC, ± 2.5 V DC or 0-20 mA

Tabla 21: Módulos de entradas analógicas

<i>Módulos de señales</i>	SM 1232 AQ	SM 1232 AQ
Salida analógica	AO 2 x 14 Bit ± 10 V DC or 0-20 mA	AO 4 x 14 Bit ± 10 V DC or 0-20 mA

Tabla 22: Módulos de salidas analógicas

○ **CABLE DE EXPANSIÓN:**

Cabe destacar que además de todos estos módulos de entradas y salidas, el S7-1200 nos ofrece un cable de expansión para módulos de señal de 2 metros, gracias al cual es posible montar la CPU y los módulos de señales en dos filas separadas. Esto proporciona una mayor flexibilidad durante la configuración e instalación.



- **MÓDULOS Y PROCESADORES DE COMUNICACIÓN:**

Con los módulos y procesadores de comunicaciones, puede agregar las interfaces adecuadas para satisfacer sus necesidades de comunicación.

Los módulos de comunicación RS232 y RS485 proporcionan comunicación Punto a Punto USS y Modbus RTU.

El módulo de comunicación PROFIBUS permite la comunicación PROFIBUS.

- **MÓDULO SWITCH COMPACTO:**

Con la CSM 1277 Compact Switch Module, puede configurar fácilmente una red de distribución uniforme o mixta consistente en línea, árbol o estrella y reducir al mínimo el cableado con la máxima flexibilidad en red.

Este conmutador de 4 puertos administrados le permite conectar hasta 3 dispositivos adicionales de Ethernet a la estación de control S7-1200.

- **FUENTE DE ALIMENTACIÓN:**

Con el módulo de potencia PM 1207 es fácil proporcionar 24 VDC a los componentes de los sistemas de control S7-1200.

El PM 1207 ofrece una gama de tensión de entrada (8...132/176...264 VAC) para su uso en todo el mundo y una salida de 24 VDC con un nominal de 2.5A.

4.2.8) COMUNICACIÓN INDUSTRIAL S7-1200

La familia S7-1200 ofrece una variedad de opciones de comunicación para satisfacer todas las necesidades de red (PROFINET, PROFIBUS, Punto a Punto "PtP" Communication, Universal Serial Interface "USS", Modbus RTU, Comunicación



4.2.8.1) PROFINET

La CPU S7-1200 dispone de una interfaz PROFINET integrada que soporta TCP/IP basados en estándares de comunicación.

Los siguientes protocolos de aplicación son compatibles con el S7-1200:

- ✓ Profinet- Servicios básicos y controlador I/O.
- ✓ Comunicación abierta entre usuarios- TCP, ISO en TCP y UDP.

El S7-1200 puede comunicar:

- ✓ Con una programadora PG.
- ✓ Con dispositivos HMI.

Mediante la comunicación abierta entre usuarios e instrucciones I/O, el S7-1200 puede comunicarse:

- ✓ Con otras CPUs
- ✓ Con dispositivos PROFINET I/O
- ✓ Con dispositivos que utilizan protocolos de comunicación estándar TCP.

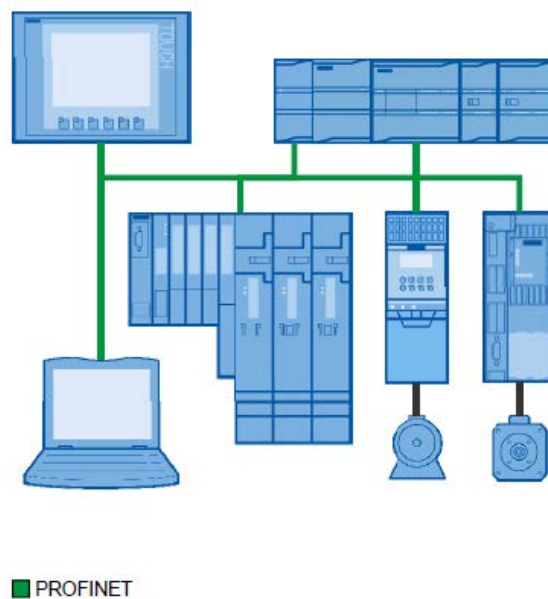


Figura 71: Diagrama de conexión mediante PROFINET



La interfaz PROFINET de la CPU S7-1200 admite las siguientes conexiones simultáneas de comunicación:

- ✓ 3 conexiones de comunicación HMI con CPU.
- ✓ 1 conexión con programadora PG.
- ✓ 8 conexiones para comunicación activa mediante comunicación abierta entre usuarios e instrucciones I/O.
- ✓ 3 conexiones de comunicación pasiva con instrucciones de comunicación S7.

4.2.8.2) PROFIBUS

Junto a los módulos de comunicación PROFIBUS maestro y esclavo, el S7-1200 CPU soporta el estándar de comunicación PROFIBUS.

➤ **MAESTRO PROFIBUS**

Con el módulo de comunicaciones maestro profibus DP el S7-1200 puede comunicar:

- ✓ Con otras CPUs.
- ✓ Con una programadora.
- ✓ Con dispositivos HMI.
- ✓ Con esclavos PROFIBUS DP.

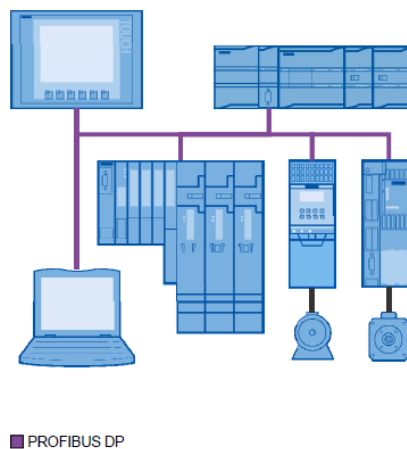


Figura 72: Diagrama de conexión mediante PROFIBUS DP



La interfaz del módulo de comunicación PROFIBUS maestro soporta las siguientes conexiones simultáneas:

- ✓ 3 conexiones de comunicación HMI con CPU.
- ✓ 1 conexión con programadora PG.
- ✓ 8 conexiones para comunicación activa mediante comunicación abierta entre usuarios e instrucciones I/O.
- ✓ 3 conexiones de comunicación pasiva con instrucciones de comunicación S7.

➤ **ESCLAVO PROFIBUS DP**

Con el módulo esclavo PROFIBUS DP, el S7-1200 se puede comunicar como esclavo DP inteligente con cualquier maestro PROFIBUS DP.

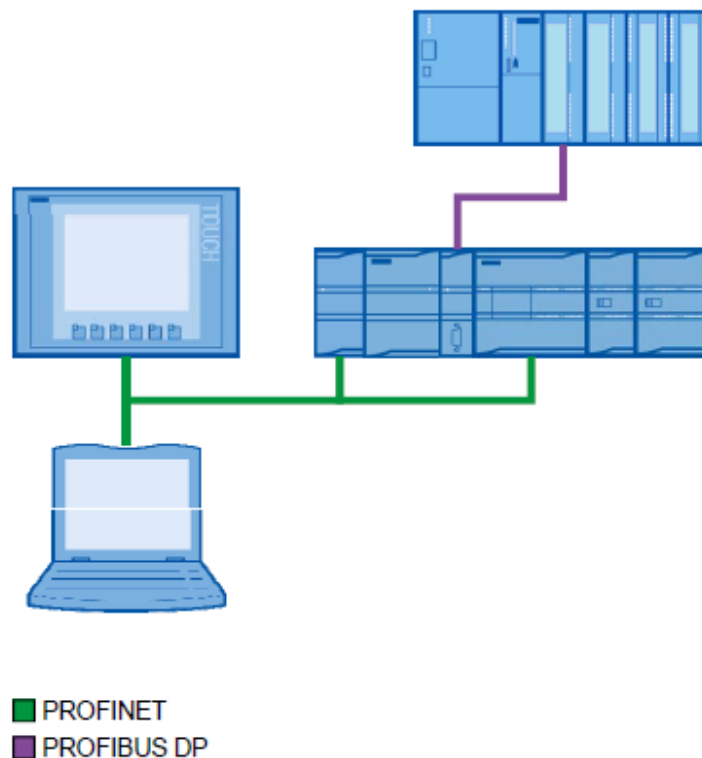


Figura 73: Diagrama de conexionado de un esclavo mediante PROFIBUS DP

4.2.8.3) Punto a Punto "PtP"

Junto a los módulos de comunicación RS232 y RS285 así como al RS485 communication board, el S7-1200 soporta Punto a Punto para protocolos serie basados en caracteres.

Máxima libertad y flexibilidad mediante las instrucciones de comunicación punto a punto en el programa de usuario.

La comunicación PtP permite una gran variedad de posibilidades:

- ✓ La capacidad de enviar información directamente a un dispositivo externo, como una impresora.
- ✓ La capacidad de recibir información de otros dispositivos, tales como lectores de códigos de barras, lectores RFID, y sistemas de visión.
- ✓ La capacidad de intercambio de información, envío y recepción de datos, con otros dispositivos GPS, módems de radio, y muchos otros tipos de dispositivos.

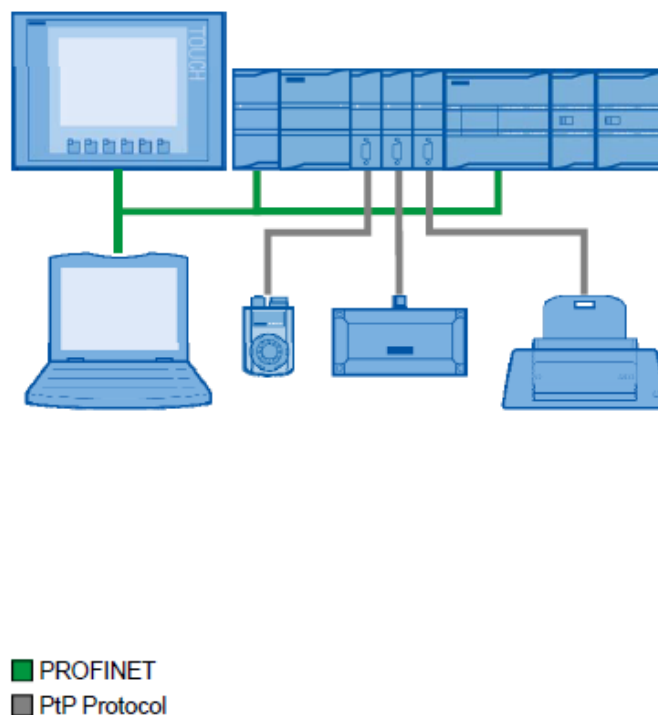


Figura 74: Diagrama de conexión punto a punto PPT



4.2.8.4) COMUNICACIÓN USS

Junto con las instrucciones USS, las CPUs S7-1200 pueden controlar el funcionamiento de unidades que soporten la interfaz universal en serie USS.

Las instrucciones USS se puede utilizar para comunicarse con unidades múltiples a través del CM 1241 communication board RS485.

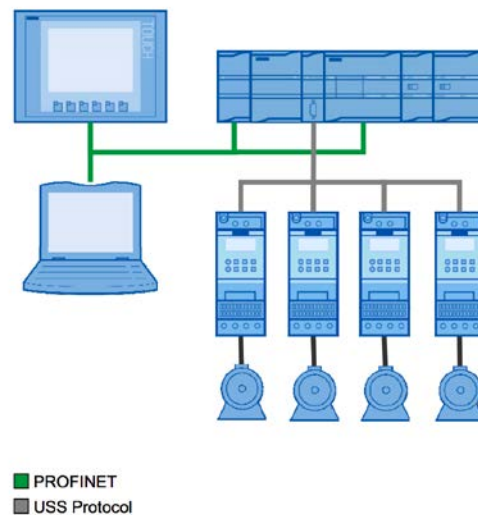


Figura 75: Diagrama de comunicación mediante protocolo USS

4.2.8.5) COMUNICACIÓN MODBUS RTU

Junto con las instrucciones Modbus S7-1200 puede comunicarse como maestro o esclavo Modbus con los dispositivos que soportan el protocolo Modbus RTU.

Las instrucciones Modbus se pueden utilizar para comunicarse con múltiples dispositivos a través de ya sea el módulo de comunicación CM1241 RS232, el módulo de comunicación CM1241 RS485, o el CB 1241 RS485 communication board.

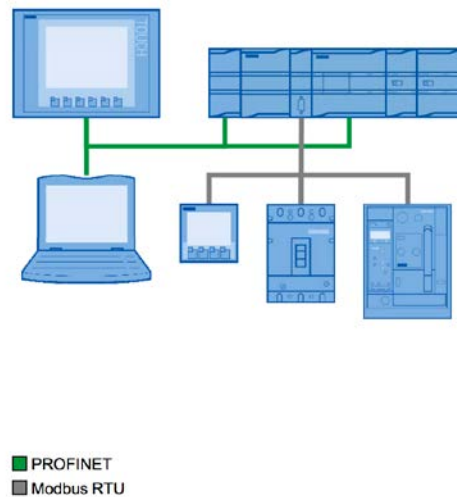


Figura 76: Diagrama de comunicación mediante Modbus RTU

4.2.8.6) COMUNICACIÓN TELECONTROL

Junto al procesador de comunicación GPRS, el S7-1200 CPU soporta aplicaciones sencillas de telecontrol para el monitoreo y control de estaciones distribuidas utilizando el servicio general de radio por paquetes GPRS.

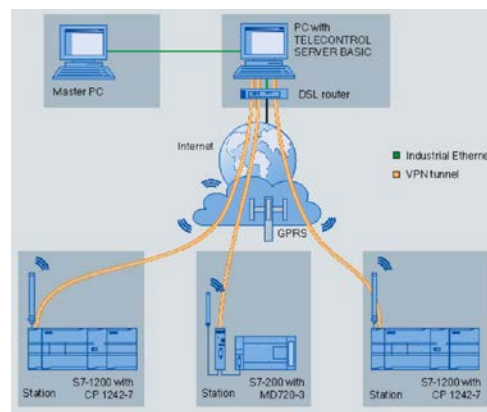


Figura 77: Comunicación telecontrol; (a distancia)

Con el procesador de comunicaciones GPRS CP 1242-7, el S7-1200 puede comunicarse remotamente:



- ✓ Con la estación de control central
- ✓ Con otras estaciones remotas.
- ✓ Con dispositivos móviles (SMS)
- ✓ Con una programadora (Teleservice).
- ✓ Con otros interlocutores que utilizan la comunicación abierta entre usuarios basado en UDP.

4.2.8.7) COMUNICACIÓN TELESERVICE

El TS Adapter IE Basic con una selección de TS Modules para diversas tecnologías de comunicación tiene las siguientes características:

- ✓ No se requiere PG/PC en el lugar
- ✓ No hay necesidad de especialistas en guardia.
- ✓ No hay gastos de viaje para las llamadas de servicio.
- ✓ Funciones completas teleservice, extensión del bus local a través del PC remoto del técnico de servicio.

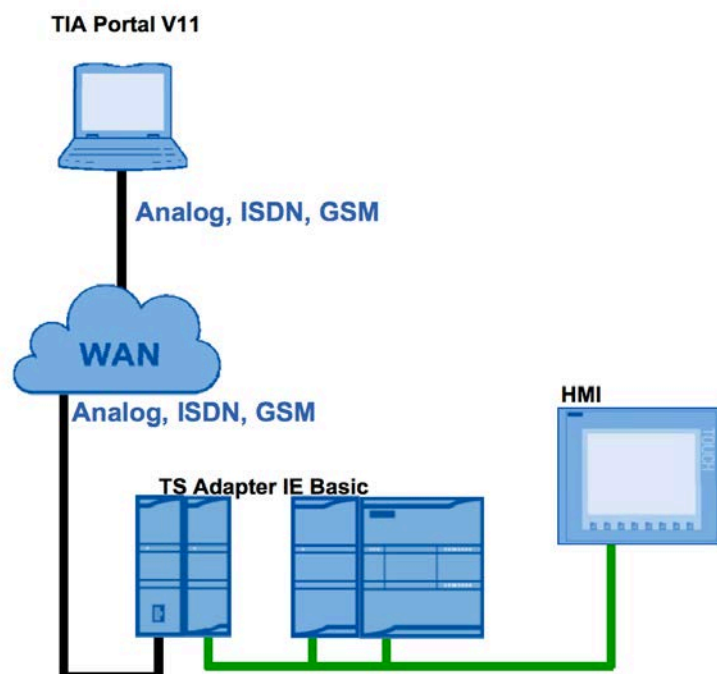


Figura 78: Diagrama de conexión para supervisión teleservice



4.2.9) TECNOLOGÍA INTEGRADA EN CPU S7-1200

4.2.9.1) CONTADORES ALTA VELOCIDAD

Para el recuento de eventos de mayor rapidez que la velocidad de ejecución del OB:

- ✓ El S7-1200 soporta hasta 6 contadores de alta velocidad para el control preciso de encoders incrementales, conteo de frecuencia o conteo de eventos del proceso de alta velocidad.
- ✓ Algunas de las HSCs le permiten elegir entre las Entradas integradas de la CPU o de las Entradas de una Signal Board.

Contadores de alta velocidad	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Integrados	3	4	6
– Monofásico	3 @ 100 kHz	3 @ 100 kHz 1 @ 30 kHz	3 @ 100 kHz 3 @ 30 kHz
– Dos fases y AB quadrature	3 @ 80 kHz	3 @ 80 kHz 1 @ 20 kHz	3 @ 80 kHz 3 @ 20 kHz

Tabla 23: Características de los contadores de cada CPU

4.2.9.2) GENERADOR DE IMPULSOS

Para controlar las funciones de salida de impulsos a alta velocidad:

- ✓ Ancho de pulso (PWM) para el control del ciclo de trabajo.
- ✓ Tren de impulsos (PTO) para su uso con instrucciones de control de movimiento.
- ✓ El S7-1200 soporta hasta 2 generadores de impulsos.
- ✓ Los generadores de impulsos se pueden utilizar ya sea con las salidas integradas de la CPU o las salidas de una Signal Board.

Generadores de pulsos	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Integrados	2 @ 100 kHz (DC salidas) / 2 @ 1 Hz (RLY salidas)		

Tabla 24: Tabla de características del contador de pulsos integrado en cada CPU

4.2.9.3) CONTROL DE MOVIMIENTO

Para el funcionamiento de motores paso a paso y servomotores con una interfaz de impulsos:

- ✓ Herramientas para la configuración, puesta en marcha y el diagnóstico se ofrecen del STEP7 para el objeto tecnológico “EJE”.
- ✓ Se utilizan instrucciones de control de movimiento basado en PLCopen, un estándar aceptado internacionalmente de control de movimiento, en el programa de usuario para controlar el eje y para iniciar tareas de movimiento.

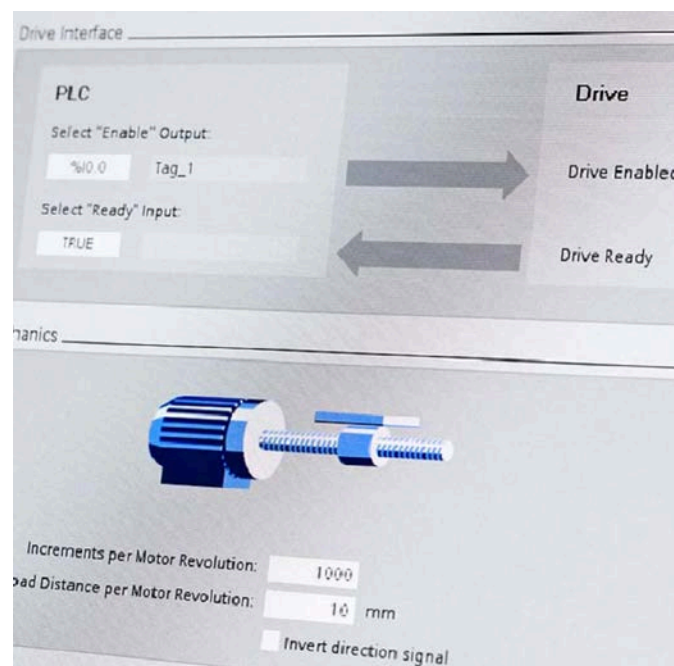


Figura 79: ejemplo de pantalla de control de movimiento en TIA Portal

Herramientas para la puesta en línea y diagnósticos de eje:

- ✓ El panel de control se puede utilizar para probar el eje y funciones de la unidad o para mover el eje en modo manual.
- ✓ Los bits de estado se utilizan para controlar los mensajes de estado y error del eje.
- ✓ El estado de movimiento se utiliza para controlar los comandos de movimiento del eje.

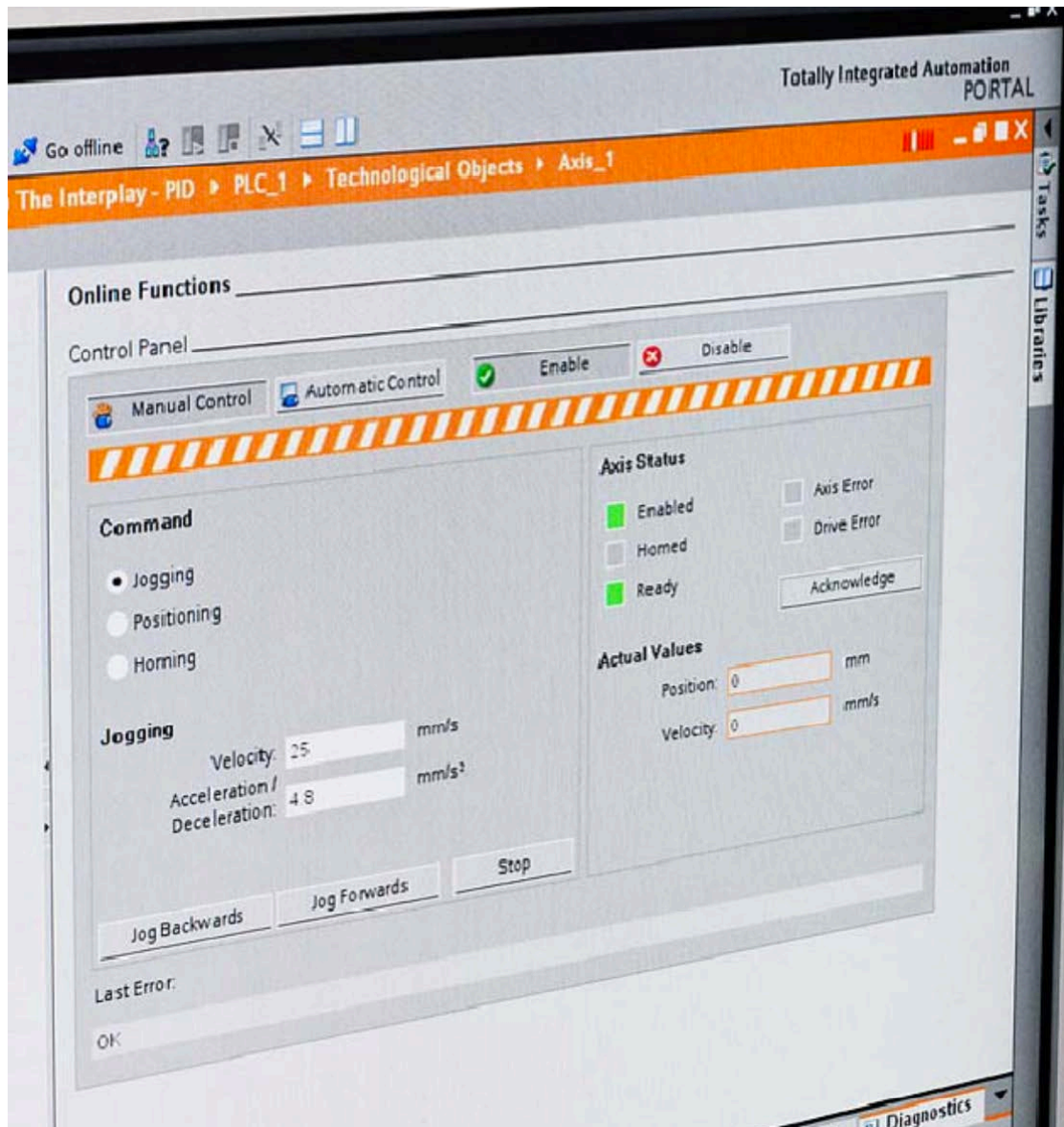


Figura 80: Configuración de la pantalla de control de movimiento

4.2.9.4) CONTROL PID

Para control de proceso simple:

- ✓ Herramientas para la configuración y puesta en marcha proporcionadas en STEP 7 para el objeto tecnológico “Controlador PID”.
- ✓ Instrucciones PID empleadas en el programa de usuario para controlar capacidades de autoajusto y manual.

- La instrucción compacta PID para regular el ciclo de trabajo de un contactor de estado sólido o la velocidad de un inversor.
- La nueva instrucción PID 3-Step se utiliza para regular la posición de una válvula o del actuador.

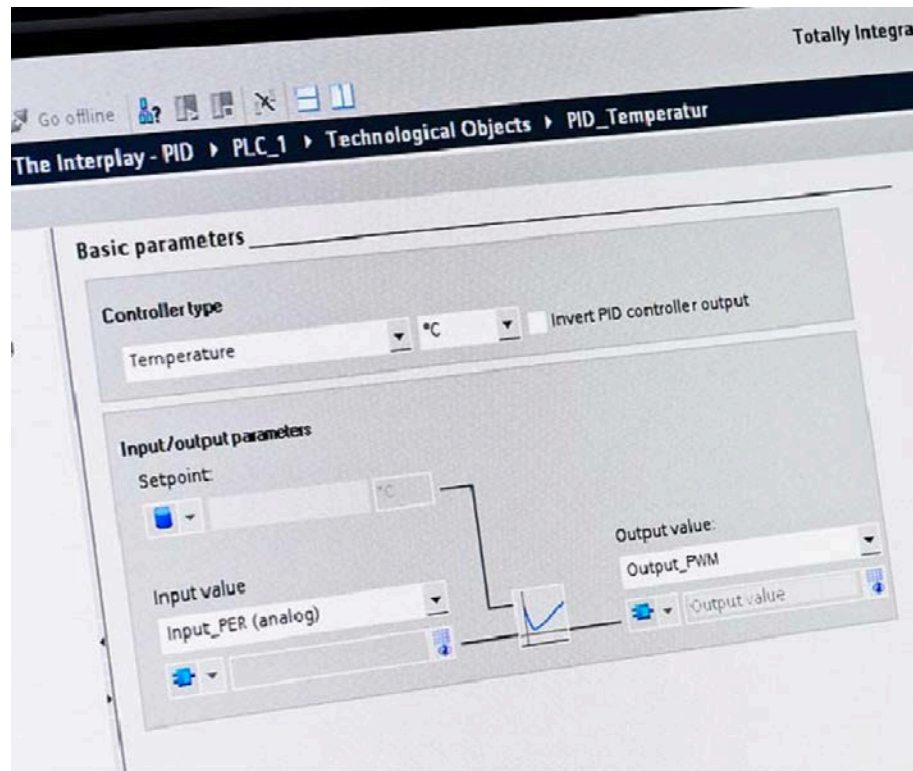


Figura 81: Pantalla de configuración de consigna del PID integrado

Herramientas para el monitoreo en línea y la puesta en marcha del regulador PID:

- ✓ El “trend view” proporciona una ilustración gráfica del punto de ajuste, el valor real y el valor manipulado.
- ✓ Funciones soportadas:
 - Optimización del controlador mediante “Self tuning during ininitial start”.
 - Optimización del controlador mediante “Self tuning in the operating point”.
 - Test de proceso mediante la especificación de una variable manipulada manualmente.

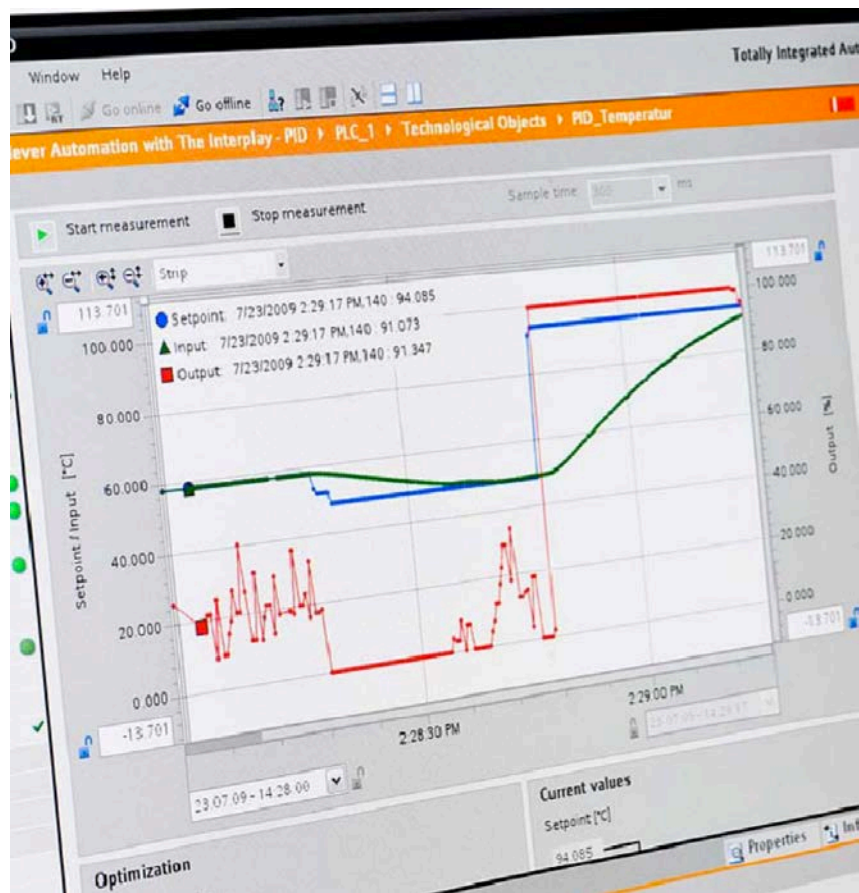


Figura 82: Visualización de las variables a controlar respecto a la consigna

4.2.9.5) SERVIDOR WEB

Para acceder a la información y datos de proceso de la CPU:

- ✓ Páginas Web estándar se incluyen accesibles desde un PC a través de cualquier navegador Web.
- ✓ Apoyo para la creación de páginas definidas por el usuario Web que pueden acceder a datos de la CPU. El desarrollo de estas páginas se puede hacer usando las herramientas estándar de edición HTML.



4.2.9.6) DATA LOGS

Para almacenar los datos de ejecución en archivos de registro continuo:

- ✓ Instrucciones de registro de datos utilizadas en el programa de usuario para crear los archivos data log.
- ✓ Los archivos data log se almacenan en la memoria flash CPU y los datos se organizan en estándar CSV (valores separados por comas).
- ✓ Es posible copiar los archivos data log de la memoria de la CPU mediante el servidor Web incorporado o extrayendo la tarjeta de memoria e insertar en un lector para tarjetas estándar SD (Secure Digital) o MMC (MultiMedia Card) en un PC o PG.

4.3) CPU EDAR MANUFACTURAS S.A.: S7-1214C

Adjuntamos una tabla resumen con las principales características del modelo concreto que instalaremos de la CPU.

Información general	
Paquete de programación	STEP 7 V11.0 SP2 o superior
Tensión de alimentación	
24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Tensión de carga L+	
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	5 V
Rango admisible, límite superior (DC)	250 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	500 mA; típicamente



Consumo máx.	1,2 A; 24 V DC
Intensidad de cierre, máx.	12 A; con 28,8 V
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
24 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V
Intensidad de salida	
Intensidad en bus de fondo (5 V DC), máx.	1600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	12 W
Memoria	
Memoria de usuario	75 kbyte
Memoria de trabajo	
integrada	75 kbyte
Ampliable	No
Memoria de carga	
integrada	4 Mbyte
Respaldo	
existente	Sí; (sin mantenimiento)
sin pila	Sí
Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones de bits, típ.	0,085 μ s; /instrucción
para operaciones de palabras, típ.	1,7 μ s; /instrucción
para aritmética en coma flotante, típ.	2,5 μ s; /instrucción
CPU-bloques	
Nº de bloques (total)	DBs, FCs, FBs, contadore y temporizadores. El número máximo de bloques direccionables es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo
OB	
Cantidad, máx.	Limitada únicamente por la memoria de trabajo para código



Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanentes total (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	10 kbyte
Marcas	
Cantidad, máx.	8 kbyte; Tamaño del área de marcas
Área de direcciones	
Área de direcciones de periferia	
Total área de direccionamiento de periferia	1024 bytes para entradas/1024 bytes para salidas
Imagen del proceso	
Entradas, configurables	1 kbyte
Salidas, configurables	1 kbyte
Configuración del hardware	
Nº de módulos por sistema, máx.	3 Communication Module, 1 Signal Board, 8 Signal Module
Hora	
Reloj	
Reloj por hardware (reloj tiempo real)	Sí
Desviación diaria, máx.	60 s/mes @ 25 °C
Duración del respaldo	480 h; típicamente
Entradas digitales	
Cantidad/entradas binarias	14; integrada
De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)
Canales integrados (DI)	14
de tipo M	Sí
Número de entradas atacables simultáneamente	
Todas las posiciones de montaje	
hasta 40 °C, máx.	14
Tensión de entrada	
Valor nominal, DC	24 V
para señal "0"	5 V DC, con 1 mA



para señal "1"	15 V DC con 2.5 mA.
Intensidad de entrada	
para señal "1", t_{íp.}	1 mA
Retardo de entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
parametrizable	0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 6.4, y 12.8 ms, elegible en grupos de 4
en transición "0" a "1", máx.	0,2 ms
en transición "0" a "1", máx.	12,8 ms
para entradas de alarmas	
parametrizable	Sí
para contadores/funciones tecnológicas:	
parametrizable	Monofásica: 3 @ 100 kHz y 3 @ 30 kHz Diferencial: 3 @ 80 kHz 3 @ 30 kHz
Longitud del cable	
Longitud del cable apantallado, máx.	500 m; 50 m para funciones tecnológicas
Longitud de cable no apantallado, máx.	300 m; Para funciones tecnológicas: No
Salidas digitales	
Número/salidas binarias	10; Relé
Canales integrados (DO)	10
Funcionalidad/resistencia a cortocircuitos	No; a prever externamente
Poder de corte de las salidas	
Con carga resistiva, máx.	2 A
con carga tipo lámpara, máx.	30 W con DC, 200 W con AC
Retardo a la salida con carga resistiva	
"0" a "1", máx.	10 ms; máx.
"1" a "0", máx.	10 ms; máx.
Frecuencia de conmutación	
de las salidas de impulsos, con carga óhmica, máx.	1 Hz
Salidas de relé	



Nº de salidas relé	10
Número de ciclos de maniobra, máx.	mecánicos: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100000
Longitud del cable	
Longitud del cable apantallado, máx.	500 m
Longitud de cable no apantallado, máx.	150 m
Entradas analógicas	
Canales integrados (AI)	2; 0 a 10 V
Nº de entradas analógicas	2
Rangos de entrada	
Tensión	Sí
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
0 a +10 V	Sí
Resistencia de entrada (0 a 10 V)	≥ 100 kohmios
Longitud del cable	
Longitud del cable apantallado, máx.	100 m; trenzado y apantallado
Formación de valores analógicos	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	10 bit
Tiempo de integración parametrizable	Sí
Tiempo de conversión (por canal)	625 μ s
Sensor	
Sensores compatibles	
Sensor a 2 hilos	Sí
1. Interfaz	
Tipo de interfaz	PROFINET
Norma física	Ethernet
con aislamiento galvánico	Sí
Detección automática de la velocidad de transferencia	Sí



Autonegociación	Sí
Autocrossing	Sí
Funcionalidad	
PROFINET IO-Controller	Sí
Funciones de comunicación	
Comunicación S7	
Soporta servidor iPAR	Sí
como servidor	Sí
Como cliente	Sí
Comunicación IE abierta	
TCP/IP	Sí
ISO-on-TCP (RFC1006)	Sí
UDP	Sí
servidores web	
Soporta servidor iPAR	Sí
Páginas web definidas por el usuario	Sí
Funciones de test y puesta en marcha	
Estado/forzado	
Estado/Forzado de variables	Sí
Variables	Entradas/salidas, marcas, DB, E/S de periferia, tiempos, contadores
Forzado permanente	
Forzado permanente	Sí
Búfer de diagnóstico	
existente	Sí
Funciones integradas	
Nº de contadores	6
Frecuencia de conteo (contadores), máx.	100 kHz
Frecuencímetro	Sí



Posicionamiento en lazo abierto	Sí
Regulador PID	Sí
Nº de entradas de alarma	4
Aislamiento galvánico	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales	500 V AC durante 1 minuto
entre los canales, en grupos de	1
Aislamiento galvánico módulos de S digitales	
Aislamiento galvánico módulos de S digitales	Relé
entre los canales	No
Diferencia de potencial admisible	
entre diferentes circuitos	500 V DC entre 24 V DC y 5 V DC
CEM	
Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática	
Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática IEC 61000-4-2	Sí
Tensión de ensayo con descarga en aire	8 kV
Tensión de ensayo para descarga por contacto	6 kV
Inmunidad a perturbaciones conducidas	
por los cables de alimentación según IEC 61000-4-4	Sí
Inmunidad a perturbaciones por cables de señales IEC 61000-4-4	Sí
Inmunidad a perturbaciones por tensiones de choque (sobretensión transitoria)	
por los cables de alimentación según IEC 61000-4-5	Sí
Inmunidad a perturbaciones conducidas, inducidas mediante campos de alta frecuencia	
Inmunidad a campos electromagnéticos radiados a frecuencias radioeléctricas según IEC 61000-4-6	Sí
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
Emisión de perturbaciones radioeléctricas según EN 55 011 (clase A)	Sí; Grupo 1



Emisión de perturbaciones radioeléctricas según EN 55 011 (clase B)	Sí; Si se garantiza mediante medidas oportunas que se cumplen los valores límite de la clase B según EN 55011
Grado de protección y clase de protección	
IP20	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
Homologación CSA	Sí
Homologación UL	Sí
cULus	Sí
C-TICK	Sí
Homologación FM	Sí
Homologaciones navales	Sí
Condiciones ambientales	
Temperatura de empleo	
mín.	-20 °C
máx.	60 °C
Montaje horizontal, mín.	-20 °C
Montaje horizontal, máx.	60 °C
Montaje vertical, mín.	-20 °C
Montaje vertical, máx.	50 °C
Temperatura de almacenaje/transporte	
mín.	-40 °C
máx.	70 °C
Presión atmosférica	
En servicio mín.	795 hPa
En servicio máx.	1080 hPa
Almacenamiento/transporte, mín.	660 hPa
Almacenamiento/transporte, máx.	1080 hPa
Humedad relativa	



En servicio máx.	95 %; sin condensación
Vibraciones	
Vibraciones	Montaje en pared 2 g; perfil DIN, 1 g
En servicio, según DIN IEC 60068-2-6	Sí
Ensayo de choques	
ensayado según DIN IEC 60068-2-27	Sí; IEC 68, parte 2-27; semisinusoide: fuerza de choque 15 g (valor de cresta), duración 11 ms
Condiciones climáticas y mecánicas para el almacenamiento y el transporte	
Condiciones climáticas de almacenamiento y transporte	
Caída libre	
Altura de caída máx. (en el embalaje)	0,3 m; Cinco veces, en embalaje de envío
Temperatura	
Rango de temperatura permitido	-40 °C a +70 °C
Condiciones mecánicas y climáticas en servicio	
Condiciones climáticas en servicio	
Temperatura	
mín.	-20 °C
máx.	60 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
Presión atmosférica permitida	De 1080 a 795 hPa
Altitud de servicio permitida	De -1000 a 2000 m
Concentraciones de sustancias contaminantes	
SO2 con HR < 60% sin condensación	SO2: < 0,5 ppm; H2S: < 0,1 ppm; HR < 60% sin condensación
Configuración	
programación	
Lenguaje de programación	
KOP	Sí
FUP	Sí
SCL	Sí



Vigilancia de tiempo de ciclo	
Configurable	Sí
Dimensiones	
Anchura	110 mm
Altura	100 mm
Profundidad	75 mm
Peso	
Peso, aprox.	435 g

Tabla 25: Características completas de la CPU 1214C elegida para nuestro control

Fijándonos en todas las características comprobamos que si bien es cierto que cumplimos las necesidades futuras sobradamente, la posibilidad de futuras ampliaciones en la E.D.A.R. "Manufacturas S.A.", hacen que esta sea la CPU más adecuada.

4.3.1) MÓDULOS DE EXPANSIÓN

Citando rápidamente los módulos de expansión que serán añadidos para cumplir con las entradas y salidas tanto digitales como analógicas necesarias son:

SM1223, SM1221 X3, SM1231, SM1232; Todos ellos explicados anteriormente.

4.4) SOFTWARE TIA PORTAL (TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION)

Para la configuración del autómatas, y puesto que instalaremos la serie SIEMENS, utilizaremos el TIA PORTAL.



Con el totally integrated automation portal Siemens pone en práctica su visión de ofrecer un marco común de ingeniería que permite implantar soluciones de automatización en todos los sectores del mundo. Desde la etapa de diseño, puesta en marcha, operación y mantenimiento hasta la actualización de soluciones de automatización.

Dentro de TIA portal, simatic step 7 es el software que permite configurar, programar, revisar y diagnosticar todos los controladores SIMATIC. Entre otras cosas, es el que nos permite:

- ✓ Programación simbólica: Reduce la complejidad en la programación y la gestión de datos.
- ✓ Editores inteligentes de alto rendimiento: Ahorro de tiempo considerable en el desarrollo de proyectos mediante el uso de KOP, FUP, AWL, SCL y Graph.
- ✓ Innovación en los lenguajes de programación: Direccionamiento indirecto en todos los lenguajes de programación, conversión de tipos sin esfuerzos de programación. Bloques de datos de >64KB hasta 16MB.
- ✓ Tareas de movimiento integradas: Implementación y comunicación de datos de ejes de accionamientos. Programación sencilla de los movimientos de eje con componentes de PLCopen.
- ✓ Trazado: Representación gráfica de variables de los programas y las E/S para un diagnóstico eficaz y una optimización en tiempo real.
- ✓ Diagnóstico: No requiere una programación por separado para el diagnóstico del sistema.
- ✓ Seguridad de datos: Mejor protección de la propiedad intelectual del know-how y contra la copia no autorizada. Mecanismos de acceso para los controladores. Soporte del Ethernet security CP.

Por otro lado encontramos una herramienta de ingeniería para configurar desde un panel básico HMI hasta un sistema SCADA. Esta no es otra que SIMATIC WINCC.



En el TIA Portal WinCC es el software para todas las aplicaciones HMI: desde las simples soluciones con paneles de operador básicos hasta la visualización de procesos en sistemas multiusuarios basados en PC.

- ✓ Los datos de configuración son independientes del dispositivo y se pueden usar en distintos sistemas sin necesidad de conversión.
- ✓ Los datos del proyecto comunes como por ejemplo el tipo de notificación, textos de proyecto, etc. Se administran en el TIA Portal y se pueden usar en todos los dispositivos.
- ✓ Dependiendo del dispositivo, un asistente está disponible en la configuración del HMI para crear la estructura básica de la visualización de manera rápida y sencilla.

Editor de imágenes con amplias posibilidades para una visualización eficaz y rápida de las imágenes:

- ✓ Creación de objetos de imagen conectados mediante la función “arrastrar y soltar”, por ejemplo de las variables para crear campos de entrada/salida con conexión a un proceso.
- ✓ Definición de imágenes de ejemplo y funciones.
- ✓ Técnica por niveles con hasta las 32 niveles.

Soporte de datos orientado según el objeto con cómodas opciones de búsqueda y modificación:

- ✓ Proyección de notificaciones y archivos directamente con la variable HMI, sin ningún cambio entre los distintos editores.
- ✓ Lista de referencias cruzadas con acceso directo a todos los objetos por ejemplo para modificar o seleccionar.

Bibliotecas predefinidas y de usuario de objetos configurados:



- ✓ Almacenamiento de toda la configuración de objetos en la biblioteca, por ejemplo los bloques, pero también pantallas enteras o variables.
- ✓ Los componentes de imagen se pueden componer con distintos objetos de imagen según los distintos clientes o proyectos. La modificación de los componentes de imagen se puede hacer de forma central en la definición de componentes.

Prueba y soporte de la puesta en marcha:

- ✓ Simulación de los proyectos HMI en el ordenador.
- ✓ Se marcan las configuraciones incompletas o que contienen fallos directamente en editor correspondiente.
- ✓ Direccionamiento directo hacia el origen del fallo según los mensajes del compilador.

Migración de los proyectos de HMI existentes:

- ✓ Transferencia de datos completa en los proyectos de WinCC flexible.

Teniendo en cuenta todas estas características y como ya hemos citado anteriormente, el hecho de la decisión de colocar todo el sistema a través de siemens, nos lleva a realizar toda la programación con este software.

4.5) PROGRAMACIÓN EN TIA PORTAL

Sin querer introducirnos de lleno en la programación en lenguaje KOP, y posponiendo la programación visual SCADA, realizamos la implantación de los componentes que instalaremos. Por otra parte, mostramos de una manera simple la

distribución del programa y como distribuiremos cada programación a través de pantalla.

El software TIA Portal nos permite introducir de forma intuitiva cada uno de los componentes, así como configurarlos. De esta manera, vemos un apartado en nuestro proyecto en el cual el programa nos permite colocar los diferentes sistemas que colocaremos, siendo el primer bloque la CPU, y añadiendo los módulos de entradas y salidas digitales/analógicas que vamos a necesitar.

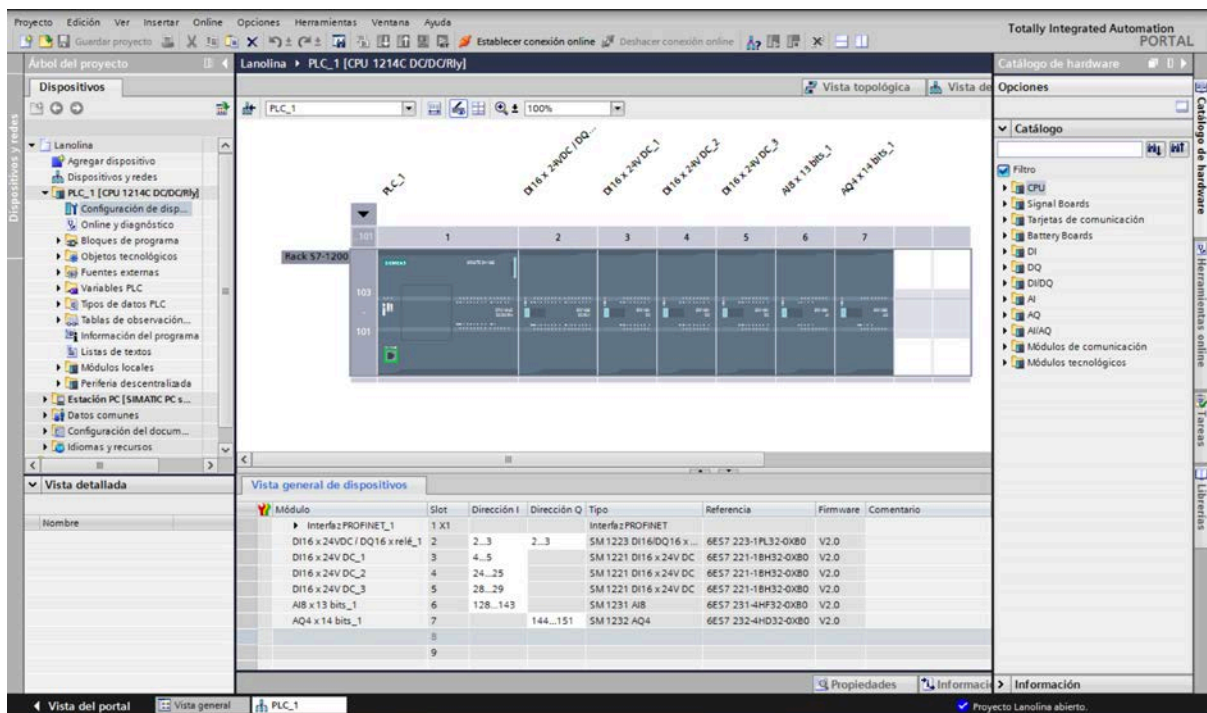


Figura 83: Configuración de los dispositivos del autómatas en TIA Portal

La conexión para la comunicación elegida también se configura desde esta pantalla, en la pantalla Vista de Redes. Finalmente hemos escogido la red PROFINET, que nos permitirá mantener la configuración con el PC, para el gobierno del programa SCADA.

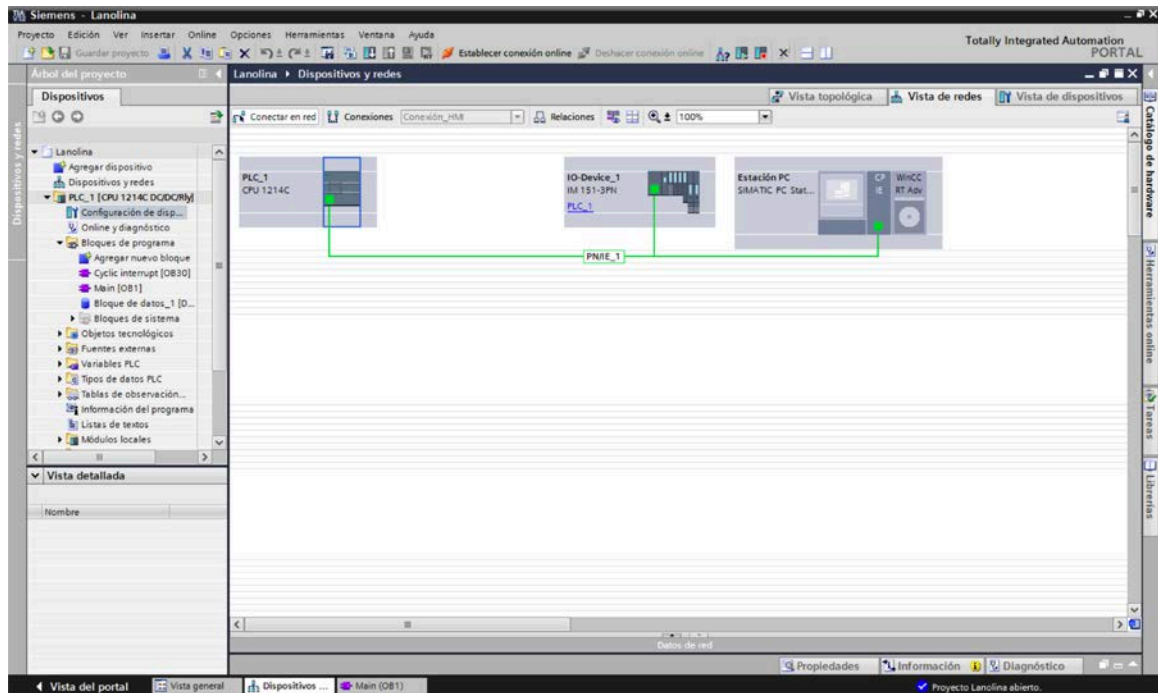


Figura 84: Conexión de la comunicación vía PROFIBUS

La programación del lenguaje KOP para el gobierno del programa mediante la CPU del programa, la realizaremos desde la ventana “Bloques de programas”. En este apartada, tendremos el programa principal “Main” (nos permitirá subdividir la programación en segmentos, simplificándonos enormemente la organización; Además, desde aquí como vemos nos aparecerán todas las diferentes puertas lógicas y bloques de programación necesarios para ir añadiendo al programa de manera directa y visual), la programación de los temporizadores, así como los PID necesarios:

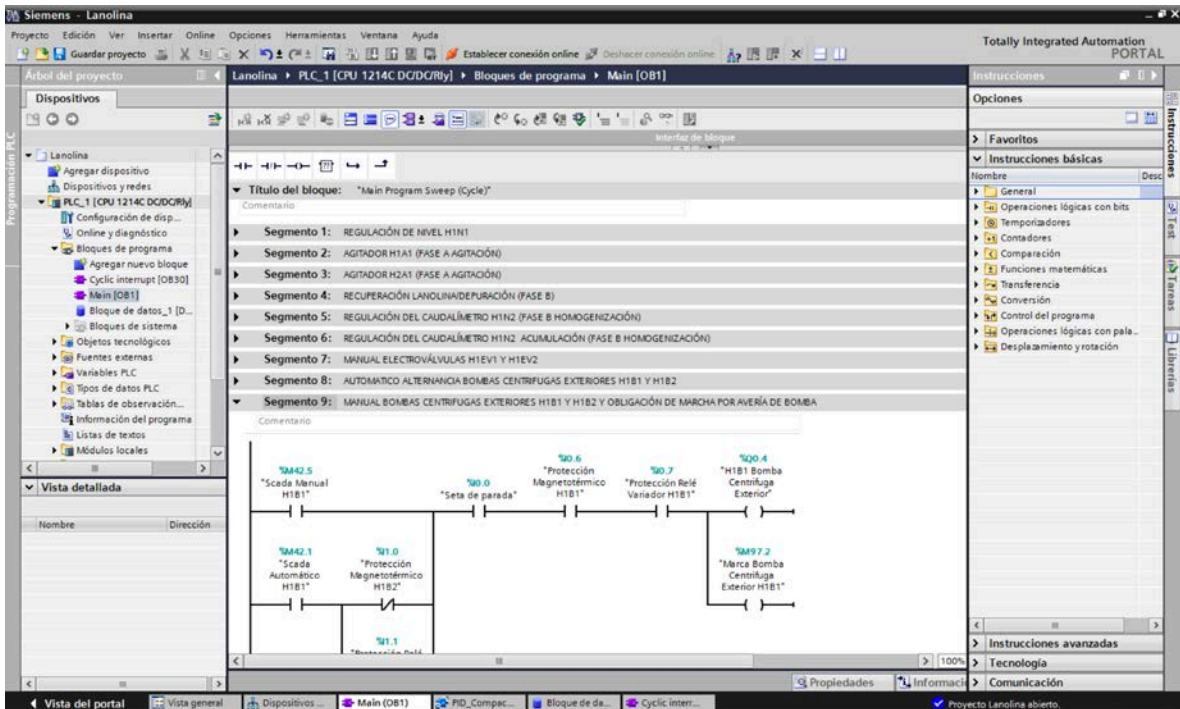


Figura 85: Captura de pantalla del programa principal de control del automático

Desde la programación KOP, daremos de alta todas las variables, con todas sus variantes y espacios de memoria.

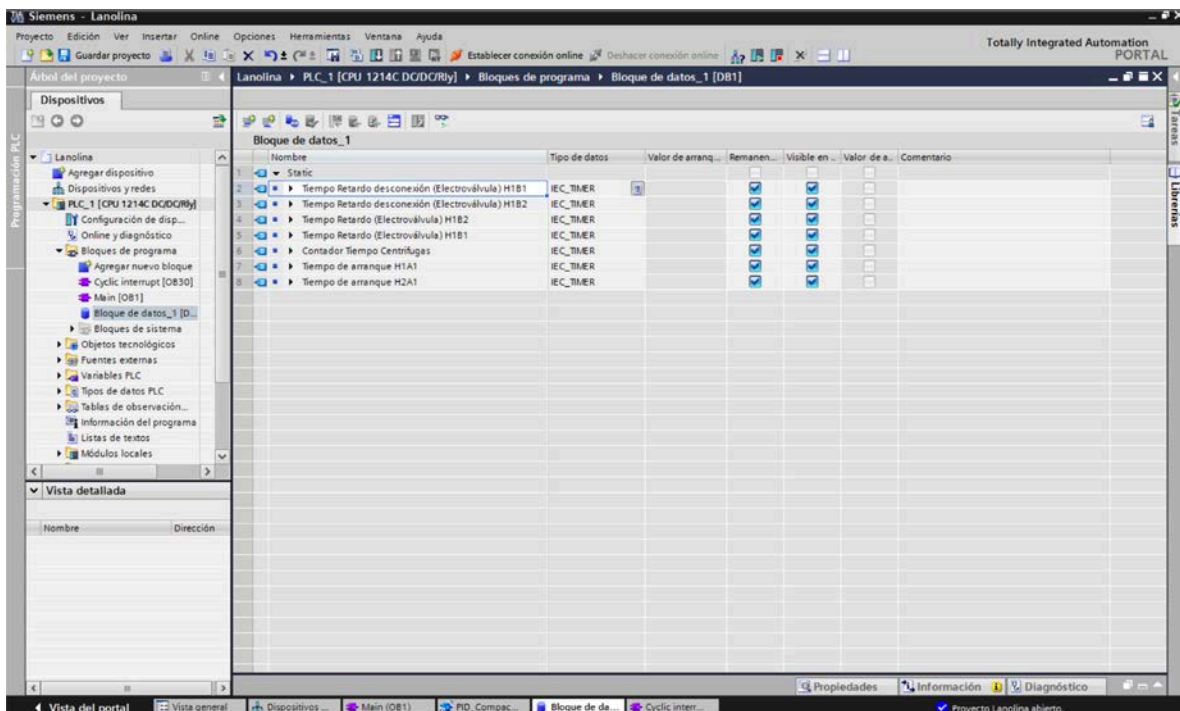


Figura 86: Captura de pantalla; listado de variables

Para configurar estos PID de una manera más precisa, tenemos la pestaña Objetos tecnológicos, desde la cual podemos acceder a el diseño de estos, así como una pantalla que nos permitirá su futura puesta en marcha:

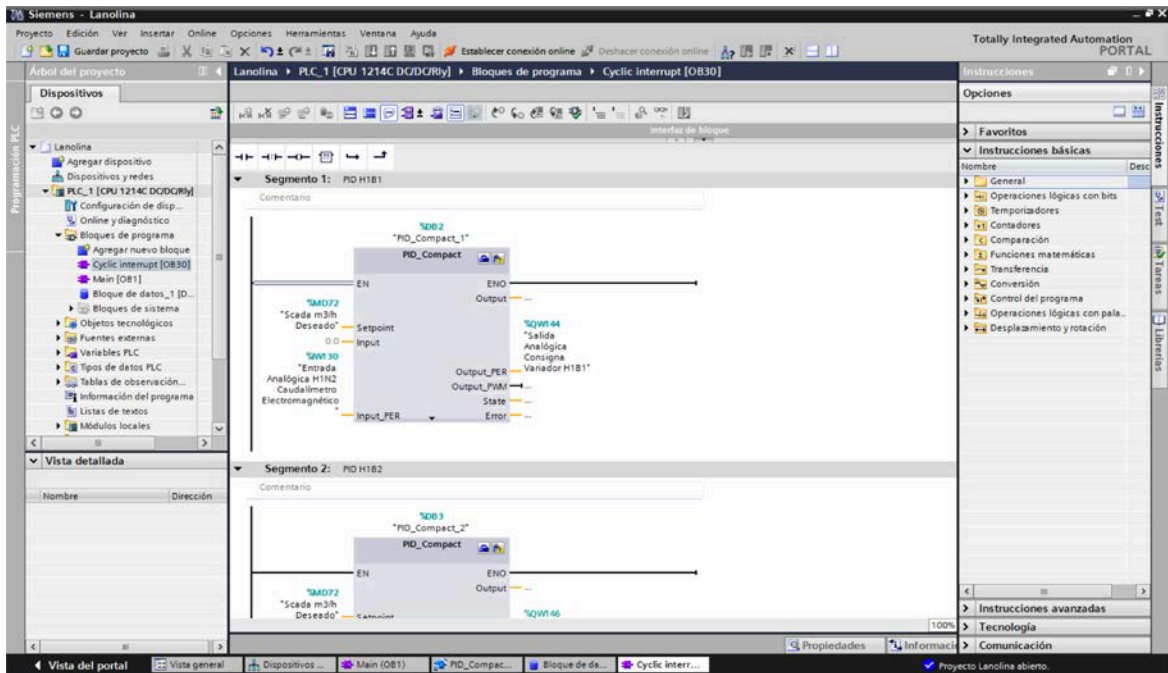


Figura 87: Configuración de PID en TIA Portal

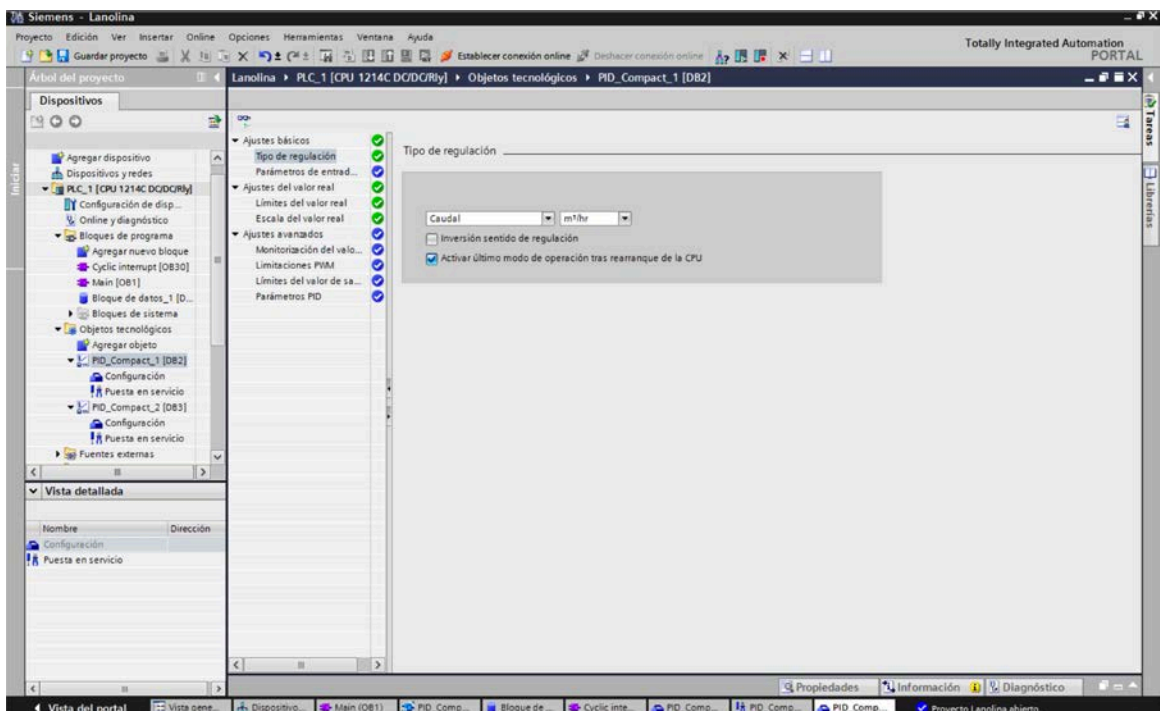


Figura 88: Detalle de control PID en TIA Portal

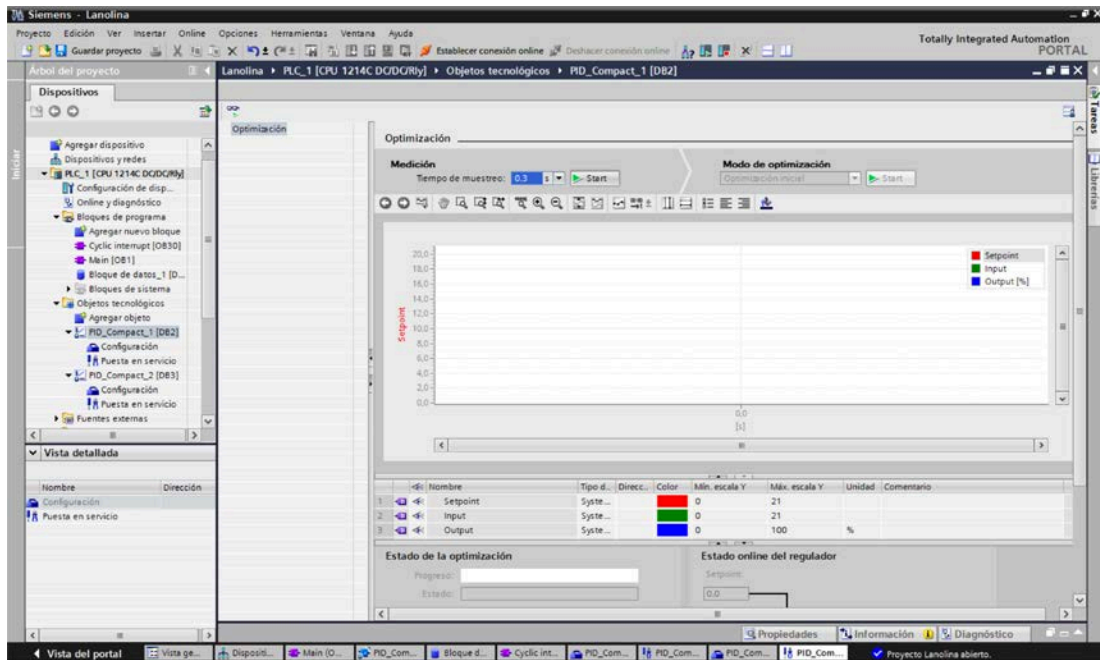


Figura 89: Configuración de consigna para el PID

La pestaña Variables del PLC podremos nombrar cada una de las variables del proyecto, dándoles a cada una su dirección ya sea como entrada, como salida o como marca. También nos permitirá modificarlas en cualquier momento, así como determinar el tipo de dato al que queremos que haga referencia (bool, entero, Word, time...).

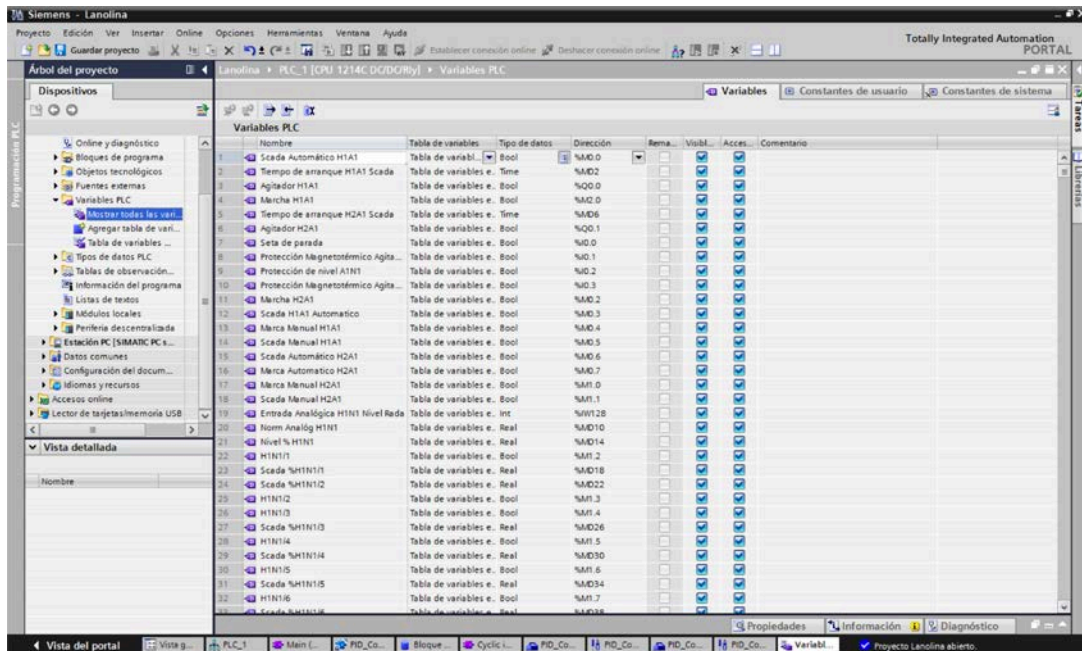


Figura 90: Pantalla TIA Portal con todas las variables de nuestro proceso



Por último encontramos el punto en el cual nos permite configurar la aplicación SCADA: variables asociadas, así como diseñar mediante una librería que nos ofrece múltiples gráficos, las diferentes pantallas, puntos de lectura directa de sensores/variables...

4.5.1) PROGRAMACIÓN KOP;

PUERTAS, TEMPORIZADORES, CONTADORES, COMPARADORES Y DEMÁS FUNCIONES UTILIZADOS EN LA PROGRAMACIÓN

El software TIA PORTAL nos permite una programación directa en pantalla realmente intuitiva. Además, con la CPU seleccionada podremos optar a multitud de funciones diferentes.

A continuación, citaremos y explicaremos las usadas durante la posterior programación.

4.5.1.1) CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO --| |--

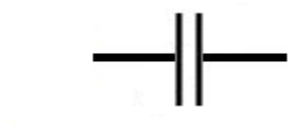


Figura 91: Símbolo de contacto normalmente abierto

La activación de un contacto normalmente abierto depende del estado lógico del operando correspondiente. Si el estado lógico del operando es "1", se cierra el contacto normalmente abierto y el estado lógico de la entrada se transfiere a la salida.

Si el estado lógico del operando es "0", el contacto normalmente abierto no se activa y el estado lógico de la salida de la instrucción se pone a "0".



En una conexión en serio, dos o más contactos normalmente abiertos se combinan de bit en bit mediante una operación lógica Y. La corriente fluye por una conexión en serie cuando todos los contactos están cerrados.

En una conexión en paralelo, los contactos normalmente abiertos se combinan mediante una operación lógica O. La corriente fluye por una conexión en paralelo si uno de los contactos está cerrado.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria		Descripción
			S7-1200	S7-1500	
<Operando>	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	I, Q, M, D, L, T, C	Operando cuyo estado lógico se consulta.

Tabla 26: Parámetros que puede soportar el contacto normalmente abierto

Ejemplo

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

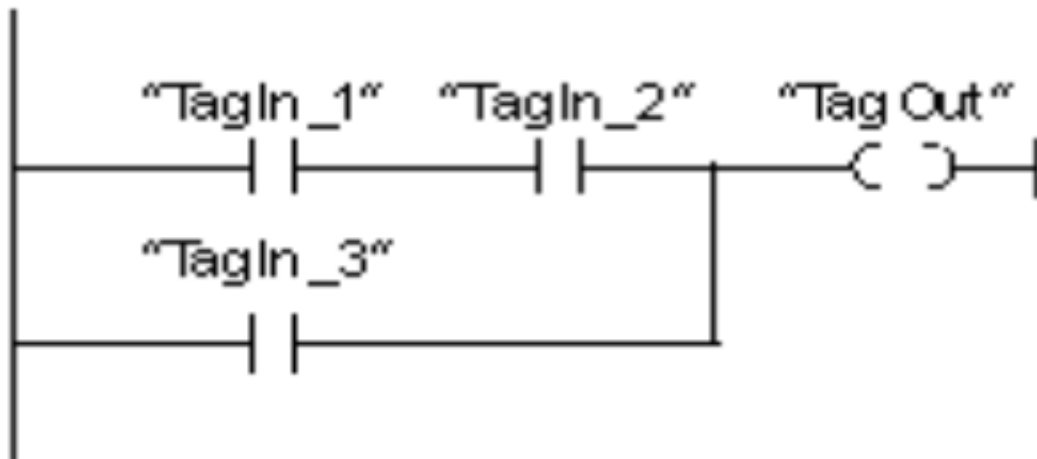


Figura 92: Diagrama de programación del contacto normalmente abierto

El operando "TagOut" se activa cuando se cumple una de las condiciones siguientes:

- ✓ Los operandos TagIn_1 y TagIn_2 tienen el estado lógico "1".
- ✓ El operando TagIn_3 devuelve el estado lógico "1".



4.5.1.2) CONTACTO NORMALMENTE CERRADO --|/|--



Figura 93: Símbolo del contacto normalmente cerrado

La activación de un contacto normalmente cerrado depende del estado lógico del operando correspondiente. Si el estado lógico del operando es “1”, se abre el contacto normalmente cerrado y el estado lógico de la salida de la instrucción se pone a “0”.

Si el estado lógico del operando es “0”, no se activa el contacto normalmente cerrado y el estado lógico de la entrada se transfiere a la salida.

En una conexión en serie, dos o más contactores normalmente cerrados se combinan de bit en bit mediante la operación lógica Y. La corriente fluye por una conexión en serie cuando todos los contactos están cerrados.

En una conexión en paralelo, los contactos normalmente cerrados se combinan mediante una operación lógica O. La corriente fluye por una conexión en paralelo si uno de los contactos está cerrado.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria		Descripción
			S7-1200	S7-1500	
<Operando>	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	I, Q, M, D, L, T, C	Operando cuyo estado lógico se consulta.

Tabla 27: Parámetros soportables por el contacto normalmente cerrado

Ejemplo

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

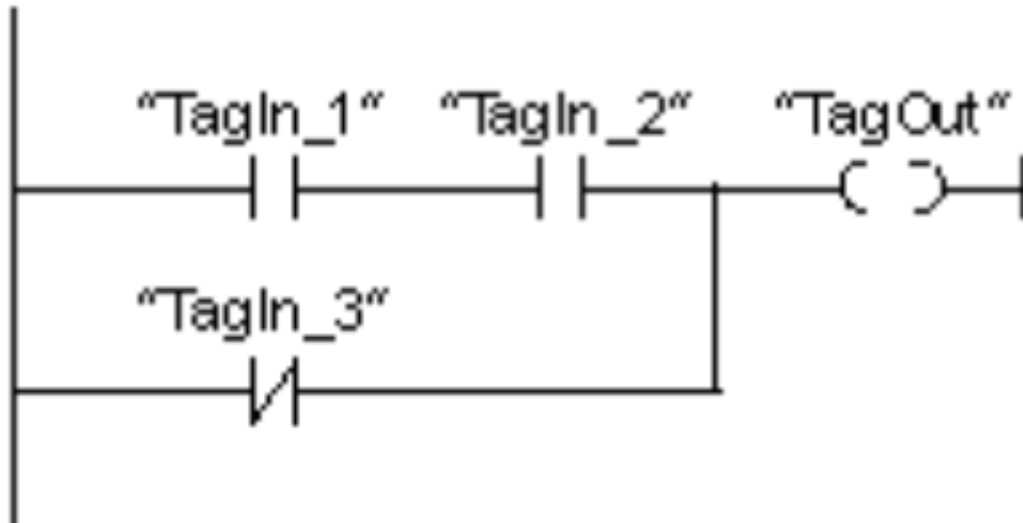


Figura 94: Diagrama de programación del contacto normalmente cerrado

El operando TagOut se activa cuando se cumple una de las siguientes condiciones:

- ✓ Los operandos TagIn_1 y TagIn_2 tienen el estado lógico "1".
- ✓ El operando TagIn_3 tiene el estado lógico "0".

4.5.1.3) CONSULTAR FLANCO DE SEÑAL ASCENDENTE DE UN OPERANDO --|P|--

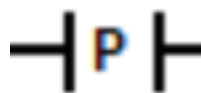


Figura 95: Símbolo del contacto consulta de flanco señal ascendente

La instrucción "Consultar flanco de señal ascendente de un operando" permite detectar si el estado lógico de un operando indicado ha cambiado de "0" a "1". La instrucción compara el estado lógico actual del Operando1 con el estado lógico de la consulta anterior, que está almacenado en una marca de flancos Operando2. Si la instrucción detecta un cambio de resultado lógico de "0" a "1", significa que hay un flanco de señal ascendente.



Si se detecta un flanco de señal ascendente, la salida de la instrucción devuelve el estado lógico "1". En todos los demás casos, el estado lógico de la salida de la instrucción es "0".

Indicamos el operando que debe consultarse Operando1 con el comodín correspondiente situado encima de la instrucción. La marca de flancos Operando2 se indica en el comodín de operandos situados debajo de la instrucción.

La dirección de la marca de flancos no se puede utilizar más de una vez en el programa, puesto que, de lo contrario, se sobrescribe el bit de marcas. Esto afecta la evaluación de flancos de forma que el resultado deja de ser unívoco.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria		Descripción
			S7-1200	S7-1500	
<Operando1>	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	I, Q, M, D, L, T, C	Señal que se debe consultar
<Operando2>	InOut	BOOL	I, Q, M, D, L	I, Q, M, D, L	Marca de flancos en la que se almacena el estado lógico de la consulta anterior.

Tabla 28: Parámetros aceptados por el comando de consulta de flanco ascendente

Ejemplo

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

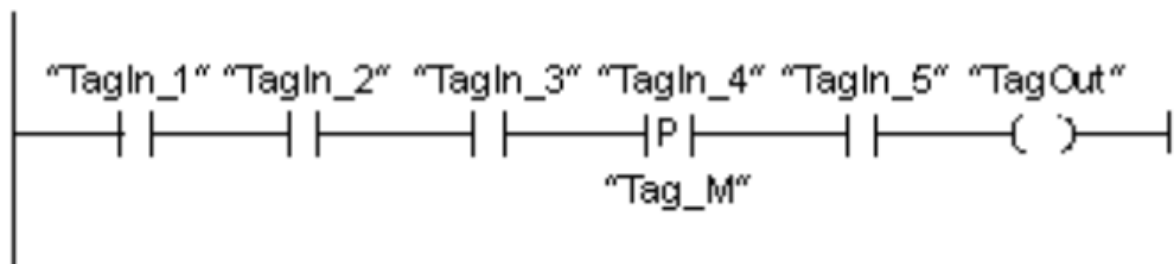


Figura 96: Diagrama de programación de la consulta de flanco positivo

El operando TagOut se activa cuando se cumplen las condiciones siguientes:



- ✓ Los operandos TagIn_1, TagIn_2 y TagIn_3 devuelven el estado lógico “1”.
- ✓ En el operando TagIn_4 hay un flanco ascendente. El estado lógico de la consulta anterior se guarda en la arca de flancos Tag_M
- ✓ El estado lógico del operando TagIn_5 es “1”.

4.5.1.4) CONSULTAR FLANCO DE SEÑAL DESCENDENTE DE UN OPERANDO --/N/--



Figura 97: Símbolo de la consulta del flanco descendente

La instrucción “Consultar flanco de señal descendente de un operando” permite detectar si el estado lógico de un operando indicado Operando1 ha cambiado de “1” a “0”. La instrucción compara el estado lógico actual del Operando1 con el estado lógico de la consulta anterior, que está almacenado en una marca de flancos Operando2 . Si la instrucción detecta un cambio del resultado lógico de “1” a “0”, significa que hay un flanco de señal descendente.

Si se detecta un falco de señal descendente, la salida de la instrucción devuelve el estado lógico “1”. En todos los demás casos, el estado lógico de la salida de la instrucción es “0”.

Indicamos el operando que debe consultarse en el comodín correspondiente situado encima de la instrucción. La marca de flancos Operando2 se indica en el comodín de operandos situados debajo de la instrucción.

La dirección de la marca de flancos no se puede utilizar más de una vez en el programa, puesto que, de lo contrario, se sobrescribe el bit de marcas. Esto afecta la evaluación de flancos de forma que el resultado deja de ser unívoco. El área de



memoria de la marca de flancos debe encontrarse en un bloque de datos o en el área de marcas.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria		Descripción
			S7-1200	S7-1500	
<Operando1>	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	I, Q, M, D, L, T, C	Señal que se debe consultar
<Operando2>	InOut	BOOL	I, Q, M, D, L	I, Q, M, D, L	Marca de flancos en la que se almacena el estado lógico de la consulta anterior.

Tabla 29: Parámetros aceptados por el contacto de consulta flanco de señal descendente

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

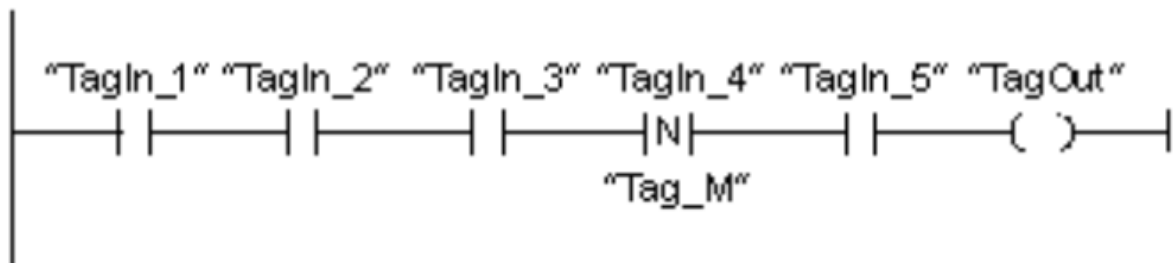


Figura 98: Diagrama de programación de la consulta de flanco descendente

El operando TagOut se activa cuando se cumplen las condiciones siguientes:

- ✓ Los operandos TagIn_1, TagIn_2 y TagIn_3 devuelven el estado lógico "1".
- ✓ En el operando TagIn_4 hay un flanco de señal descendente. El estado lógico de la consulta anterior se guarda en la marca de flancos Tag_M.
- ✓ El estado lógico del operando TagIn_5 es "1".

4.5.1.5) ASIGNACIÓN --()--



Figura 99: Símbolo de la bobina de salida - asignación



La instrucción “Asignación” permite activar el bit de un operando indicado. Si el resultado lógico en la entrada de la bobina es “1”, el operando indicado adopta el estado lógico “1”. Si el estado lógico de la entrada de la bobina es “0”, el bit del operando indicado se pone a “0”.

El estado lógico de la entrada de la bobina se transfiere directamente a la salida.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
<Operando>	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Operando al que se asigna el RLO.

Tabla 30: Parámetros que pueden incluirse en el contacto de asignación

Ejemplo:

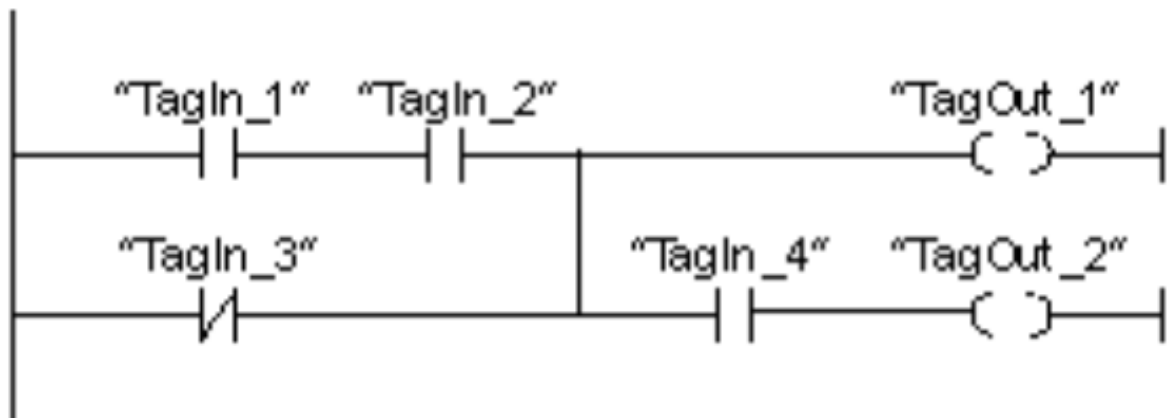


Figura 100: Diagrama de programación de la bobina de asignación

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

El operando TagOut_1 se activa cuando se cumple una de las condiciones siguientes:

- ✓ Los operandos TagIn_1 y TagIn_2 devuelven el estado lógico “1”.
- ✓ El estado lógico del operando TagIn_3 es “0”

El operando TagOut_2 se activa cuando se cumple una de las condiciones siguientes:

- ✓ Los operandos TagIn_1, TagIn_2 y TagIn_4 devuelven el estado lógico “1”.
- ✓ El estado lógico del operando TagIn_3 es “0” y el operando TagIn_4 es “1”.



4.5.1.6) ACTIVAR OPERANDO CON FLANCO DE SEÑAL ASCENDENTE --(P)--

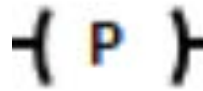


Figura 101: Símbolo para la activación por flanco de señal ascendente

La instrucción “Activar operando con flanco de señal ascendente” permite activar un operando indicado Operando1 cuando se detecta un cambio del resultado lógico de “0” a “1”. La instrucción compara el estado lógico actual con el de la consulta anterior, que está almacenado en una marca de flancos Operando2. Si la instrucción detecta un cambio del resultado lógico de “0” a “1”, significa que hay un flanco de señal ascendente.

Si se detecta un flanco de señal ascendente, el Operando1 adopta el estado lógico “1” durante un ciclo del programa. En los demás casos, el estado lógico del operando es “0”.

Se indica el operando que debe activarse Operando1 en el comodín correspondiente ubicado encima de la instrucción. La marca de flancos Operando2 se indica en el comodín de operandos situado debajo de la instrucción.

La dirección de la marca de flancos no se puede utilizar más de una vez en el programa, puesto que, de lo contrario, se sobrescribe el bit de marcas. Esto afecta la evaluación de flancos de forma que el resultado deja de ser unívoco. El área de memoria de la marca de flancos debe encontrarse en un bloque de datos o en el área de marcas.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
<Operando1>	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Operando que se activa si hay un flanco ascendente
<Operando2>	InOut	BOOL	I, Q, M, D, L	Marca de flancos

Tabla 31: Parámetros pertenecientes a la activación por flanco de señal positiva

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

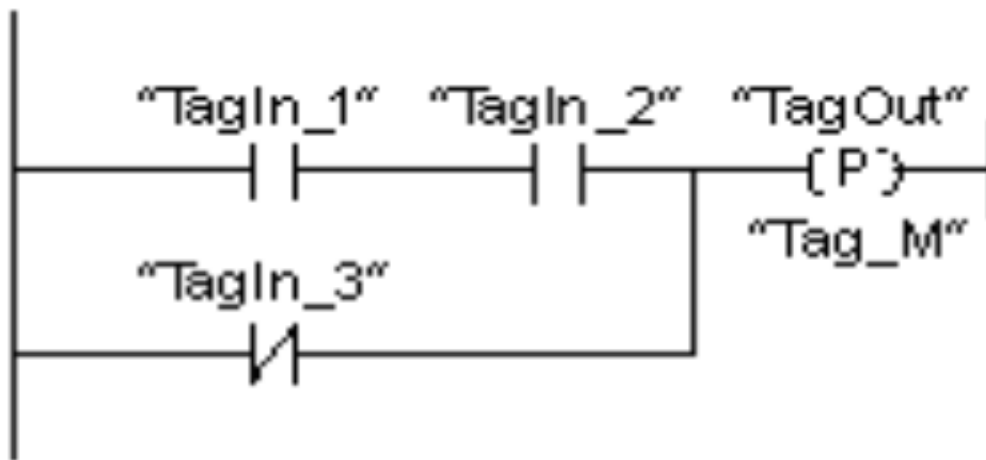


Figura 102: Diagrama de programación de la activación por flanco de señal ascendente

El operando TagOut se activa durante un ciclo del programa cuando el estado lógico de la entrada de la bobina cambia de “0” a “1” (flanco de señal ascendente). En los demás casos, el operando TagOut devuelve el estado lógico “0”.

4.5.1.7) ACTIVAR OPERANDO CON FLANCO DE SEÑAL DESCENDENTE --(N)--

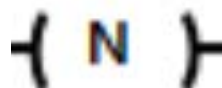


Figura 103: Símbolo de la activación por flanco de señal descendente



La instrucción “Activar operando con flanco de señal descendente” permite activar un operando indicado Operando1 cuando se detecta un cambio del resultado lógico de “1” a “0”. La instrucción compara el estado lógico actual con el de la consulta anterior, que está almacenado en una marca de flancos Operando2. Si la instrucción detecta un cambio de estado lógico de “1” a “0”, significa que hay un flanco de señal descendente.

Si se detecta un flanco de señal descendente, el Operando1 adopta el estado lógico “1” durante un ciclo de programa. En los demás casos, el estado lógico del operando es “0”.

Se indica el operando que debe activarse Operando1 en el comodín correspondiente ubicado encima de la instrucción. La marca de flancos Operando2 se indica en el comodín de operandos situado debajo de la instrucción.

La dirección de la marca de flancos no se puede utilizar más de una vez en el programa, puesto que, de lo contrario, se sobrescribe el bit de marcas. Esto afecta la evaluación de flancos de forma que el resultado deja de ser unívoco. El área de memoria de la marca de flancos debe encontrarse en un bloque de datos o en el área de marcas.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
<Operando1>	Output	BOOL	I, O, M, D, L	Operando que se activa si hay un flanco descendente.
<Operando2>	InOut	BOOL	I, O, M, D, L	Marca de flancos

Tabla 32: Parámetros de la activación por flanco de señal descendente

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

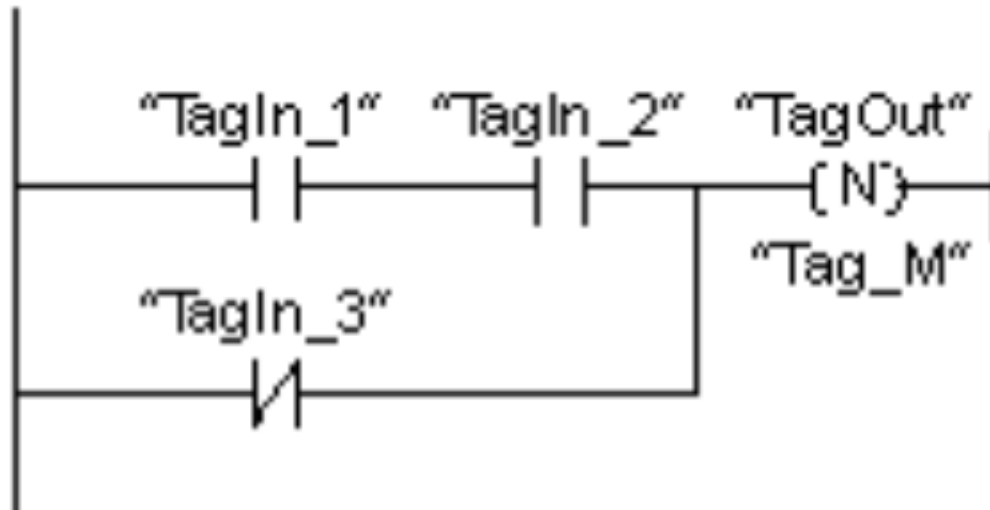


Figura 104: Diagrama de programación para la salida de asignación por flanco de señal descendente

El operando TagOut se activa durante un ciclo del programa cuando el estado lógico de la entrada de la bobina cambia de “1” a “0” (flanco de señal descendente). En los demás casos, el operando TagOut devuelve el estado lógico “0”.

4.5.1.8) MAYOR O IGUAL; CMP --|>=|--

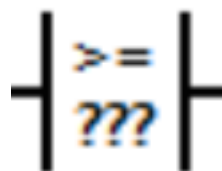


Figura 105: Símbolo del comparador mayor o igual

La instrucción “Mayor o igual” permite consultar si el primer valor de comparación Operando1 es mayor o igual que el segundo Operando2. Ambos valores de comparación deben ser del mismo tipo de datos.

Si se cumple la condición de la comparación, la instrucción devuelve el estado lógico “1”. Si la condición de la comparación no se cumple, la instrucción devuelve el estado



lógico “0”. El estado lógico de la instrucción se combina lógicamente con el estado lógico del circuito entero como se indica a continuación:

- ✓ Con una Y lógica si la instrucción de comparación está conectada en serie.
- ✓ Con una O lógica si la instrucción de comparación está conectada en paralelo.

El primer valor de comparación Operando1 se indica en el comodín de operandos situados encima de la instrucción. El segundo valor de comparación Operando2 se indica en el comodín de operandos situado debajo de la instrucción.

En una comparación de cadenas de caracteres los distintos caracteres se comparan según su codificación ASCII (Por ejemplo el ‘a’ es mayor que ‘A’). La comparación se realiza de izquierda a derecha. El primer carácter diferente es el decisivo para el resultado de la comparación. Si la parte izquierda de la cadena de caracteres más larga es idéntica a la cadena de caracteres más corta, la más larga se considera la mayor de ellas.

Con la instrucción “Mayor o igual” también se pueden comparar caracteres individuales de una cadena de caracteres (STRING). El número del carácter que se va a comparar se indica entre corchetes al lado del nombre del operando. Si se indica “MyString[2]”, se compara el segundo carácter de la cadena de caracteres “MyString”.

Al comparar valores de tiempo, el estado lógico de la instrucción es “1” si el instante del Operando1 es mayor (más reciente) o igual al instante Operando2.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos		Área de memoria	Descripción
		S7-1200	S7-1500		
<Operando1>	Input	Enteros, números en coma flotante, cadenas de caracteres, TIME, DATE, TOD, DTL	Enteros, números en coma flotante, secuencias de caracteres, TIME, LTIME, DATE, TOD, LTOD, DTL, DT, LDT	I, Q, M, D, L, P o constante	Primer valor de comparación
<Operando2>	Input	Enteros, números en coma flotante, cadenas de caracteres, TIME, DATE, TOD, DTL	Enteros, números en coma flotante, secuencias de caracteres, TIME, LTIME, DATE, TOD, LTOD, DTL, DT, LDT	I, Q, M, D, L, P o constante	Segundo valor de comparación

Tabla 33: Tabla de parámetros para el comparador mayor o igual

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

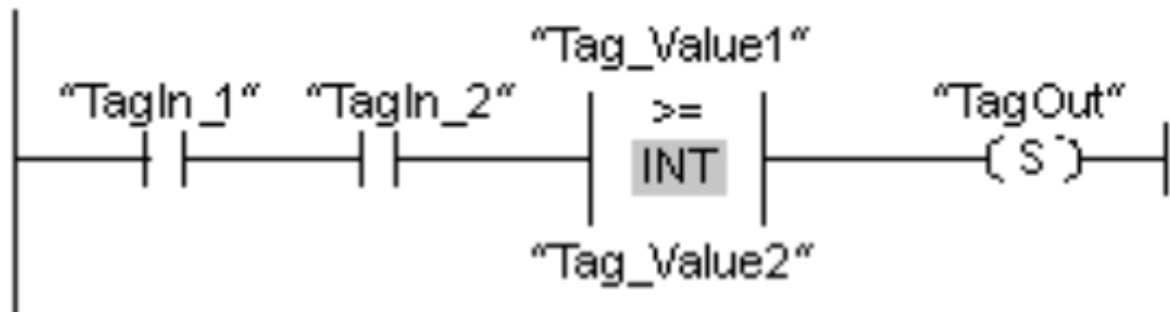


Figura 106: Esquema de programación de el comparador mayor o igual

La salida TagOut se activa cuando se cumplen las condiciones siguientes:

- ✓ Los operandos TagIn_1 y TagIn_2 devuelven el estado lógico "1".
- ✓ Se cumple la condición de la instrucción de comparación cuando Tag_Value1 >= Tag_Value2.

4.5.1.9) MENOR O IGUAL; CMP --|<=|--

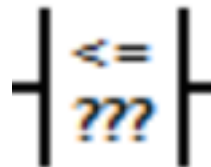


Figura 107: Símbolo del comparador menor o igual

La instrucción "Menos o igual" permite consultar si el primer valor de comparación Operando1 es menor o igual que el segundo Operando2. Ambos valores de comparación deben ser del mismo tipo de datos.

Si se cumple la condición de la comparación, la instrucción devuelve el estado lógico "1". Si la condición de la comparación no se cumple, la instrucción devuelve el estado lógico "0". El estado lógico de la instrucción se combina lógicamente con el estado lógico del circuito entero como se indica a continuación:



- ✓ Con una Y lógica si la instrucción de comparación está conectada en serie.
- ✓ Con una O lógica si la instrucción de comparación está conectada en paralelo.

El primer valor de comparación Operando1 se indica en el comodín de operandos situados encima de la instrucción. El segundo valor de comparación Operando2 se indica en el comodín de operandos situado debajo de la instrucción.

En una comparación de cadenas de caracteres los distintos caracteres se comparan según su codificación ASCII (Por ejemplo el 'a' es mayor que 'A'). La comparación se realiza de izquierda a derecha. El primer carácter diferente es el decisivo para el resultado de la comparación. Si la parte izquierda de la cadena de caracteres más larga es idéntica a la cadena de caracteres más corta, la más corta se considera la menor de ellas.

Con la instrucción "Menor o igual" también se pueden comparar caracteres individuales de una cadena de caracteres (STRING). El número del carácter que se va a comparar se indica entre corchetes al lado del nombre del operando. Si se indica "MyString[2]", se compara el segundo carácter de la cadena de caracteres "MyString".

Al comparar valores de tiempo, el estado lógico de la instrucción es "1" si el instante del Operando1 es menor (más antiguo) o igual al instante Operando2.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos		Área de memoria	Descripción
		S7-1200	S7-1500		
<Operando1>	Input	Enteros, números en coma flotante, cadenas de caracteres, TIME, DATE, TOD, DTL	Enteros, números en coma flotante, secuencias de caracteres, TIME, LTIME, DATE, TOD, LTOD, DTL, DT, LDT	I, Q, M, D, L, P o constante	Primer valor de comparación
<Operando2>	Input	Enteros, números en coma flotante, cadenas de caracteres, TIME, DATE, TOD, DTL	Enteros, números en coma flotante, secuencias de caracteres, TIME, LTIME, DATE, TOD, LTOD, DTL, DT, LDT	I, Q, M, D, L, P o constante	Segundo valor de comparación

Tabla 34: Parámetros del comparador menor o igual



Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

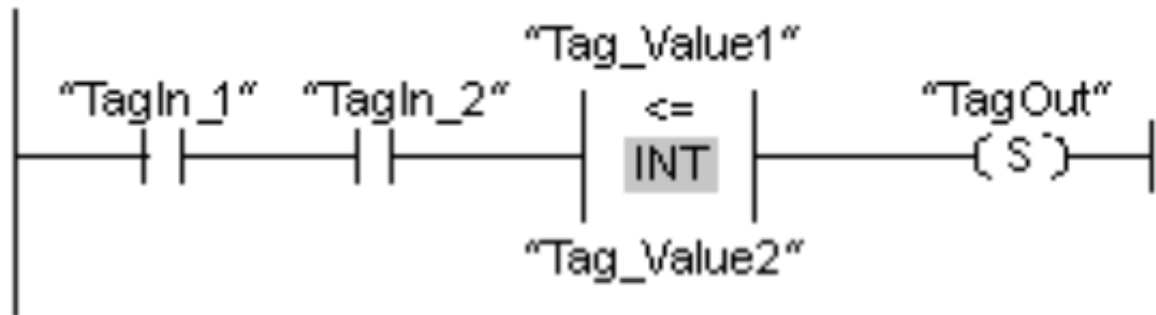


Figura 108: Diagrama de programación del comparador menor o igual

La salida TagOut se activa cuando se cumplen las condiciones siguientes:

- ✓ Los operandos TagIn_1 y TagIn_2 devuelven el estado lógico "1".
- ✓ Se cumple la condición de la instrucción de comparación cuando Tag_Value1 <= Tag_Value2.

4.5.1.10) MULTIPLICAR; MUL

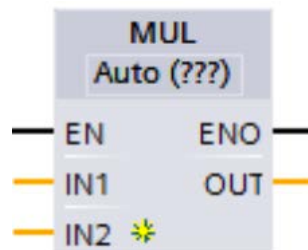


Figura 109: Símbolo del bloque multiplicador de señal

La instrucción "Multiplicar" permite multiplicar el valor de la entrada In1 por el valor de la entrada IN2 y consultar el producto en la salida OUT.

El número de entradas del cuadro de la instrucción se puede ampliar. Las entradas insertadas se numeran en orden ascendente en el cuadro. Al ejecutar la instrucción se

multiplican los valores de todos los parámetros de entrada disponibles. El producto se guarda en la salida OUT.

La salida de habilitación ENO devuelve el estado lógico “0” cuando se cumple una de las condiciones siguientes:

- ✓ La entrada EN devuelve el estado lógico “0”.
- ✓ El resultado está fuera del rango permitido para el tipo de datos indicado en la salida OUT.
- ✓ Un número en coma flotante tiene un valor no válido.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
EN	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de habilitación
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida de habilitación
IN1	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Multiplicador
IN2	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Multiplicando
INn	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Valores de entrada opcionales que se pueden multiplicar.
OUT	Output	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P	Producto

Tabla 35: Parámetros del bloque multiplicador de señal

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

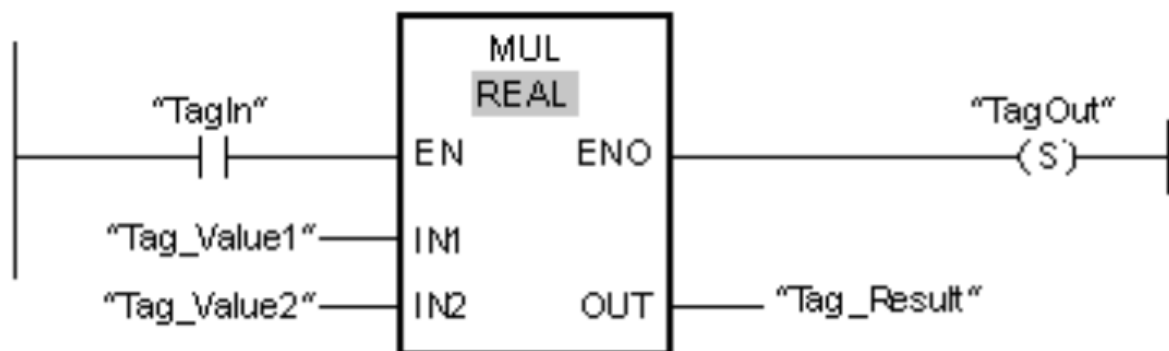


Figura 110: Diagrama de la programación del bloque multiplicador de señal

Cuando el operando TagIn devuelve el estado lógico “1”, se ejecuta la instrucción “Multiplicar”. El valor del operando Tag_Value1 se multiplica por el valor del operando



Tag_Value2. El resultado de la multiplicación se almacena en el operando Tag_Result. Si no se producen errores al ejecutar la instrucción, la salida de habilitación ENO devuelve el estado lógico “1” y se activa la salida TagOut.

4.5.1.11) DIVIDIR; DIV

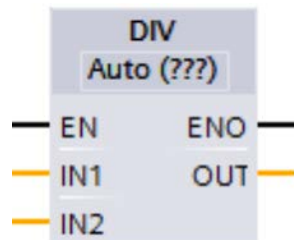


Figura 111: Bloque de función divisora

La instrucción “Dividir” permite dividir el valor de la entrada IN1 entre el valor de la entrada IN2 y consultar el cociente en la salida OUT.

La salida de habilitación ENO devuelve el estado lógico “0” cuando se cumple una de las condiciones siguientes:

- ✓ La entrada de habilitación EN devuelve el estado lógico “0”.
- ✓ El resultado de la instrucción está fuera del rango permitido para el tipo de datos indicado en la salida OUT.
- ✓ Un número en coma flotante tiene un valor no válido.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
EN	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de habilitación
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida de habilitación
IN1	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Dividendo
IN2	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Divisor
OUT	Output	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P	Valor del cociente

Tabla 36: Parámetros del bloque divisor

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la función:

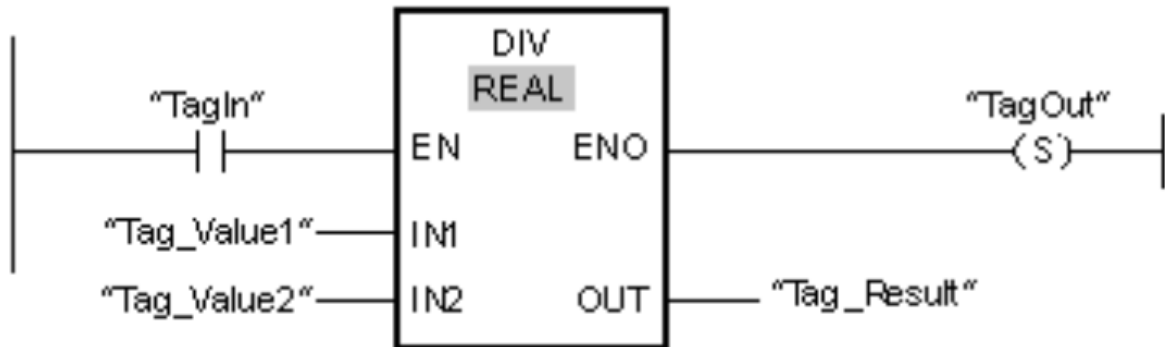


Figura 112: Diagrama del bloque divisor de señal

Cuando el operando TagIn devuelve el estado lógico “1”, se ejecuta la instrucción “Dividir”. El valor del operando Tag_Value1 se divide por el valor del operando Tag_Value2. El resultado de la división se almacena en el operando Tag_Result. Si no se producen errores al ejecutar la instrucción, la salida de habilitación ENO devuelve el estado lógico “1” y se activa TagOut.

4.5.1.12) SUMAR; ADD

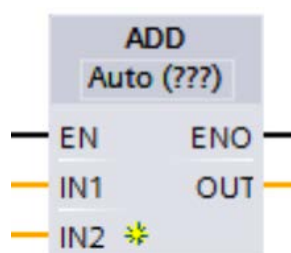


Figura 113: Símbolo del bloque sumador de señales

La instrucción “Sumar” permite sumar el valor de la entrada IN1 al valor de la entrada IN2 y consultar la suma en la salida OUT.



El cuadro de la instrucción contiene en estado estacionario mínimo 2 entradas. El número de entradas es ampliable. Las entradas insertadas se numeran en orden ascendente en el cuadro. Al ejecutar la instrucción se suman los valores de todos los parámetros de entrada disponibles. La suma se guarda en la salida OUT.

La salida de habilitación ENO devuelve el estado lógico “0” cuando se cumple una de las condiciones siguientes:

- ✓ La entrada de habilitación EN devuelve el estado lógico “0”.
- ✓ El resultado de la instrucción está fuera del rango permitido para el tipo de datos indicado en la salida OUT.
- ✓ Un número en coma flotante tiene un valor no válido.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
EN	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de habilitación
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida de habilitación
IN1	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Primer sumando
IN2	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Segundo sumando
INn	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Valores de entrada opcionales que se suman.
OUT	Output	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P	Suma

Tabla 37: Tabla de parámetros del bloque sumador de señales

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

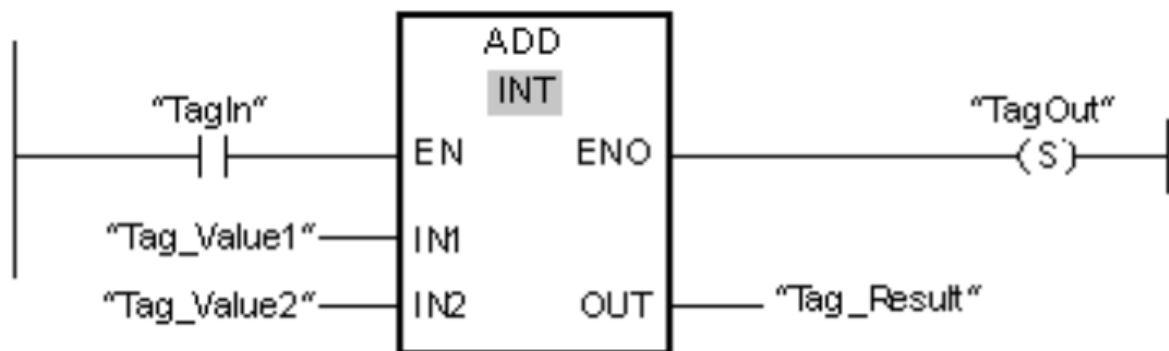


Figura 114: Esquema de programación del bloque sumador

Cuando el operando TagIn devuelve el estado lógico “1”, se ejecuta la instrucción “Sumar”. El valor del operando Tag_Value1 se suma al valor del operando Tag_Value2. El resultado de la suma se almacena en el operando Tag_Result. Si no se producen errores al ejecutar la instrucción, la salida de habilitación ENO devuelve el estado lógico “1” y se activa la salida TagOut.

4.5.1.13) RESTAR; SUB

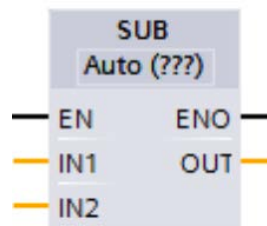


Figura 115: Símbolo del bloque restador de señal

La instrucción “Restar” permite restar el valor de la entrada IN1 al valor de la entrada IN2 y consultar la diferencia en la salida OUT.

La salida de habilitación ENO devuelve el estado lógico “0” cuando se cumple una de las condiciones siguientes:

- ✓ La entrada de habilitación EN devuelve el estado lógico “0”.
- ✓ El resultado de la instrucción está fuera del rango permitido para el tipo de datos indicado en la salida OUT.
- ✓ Un número en coma flotante tiene un valor no válido.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
EN	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de habilitación
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida de habilitación
IN1	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Minuendo
IN2	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P o constante	Sustraendo
OUT	Output	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L, P	Diferencia

Tabla 38: Parámetros para el bloque restador

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

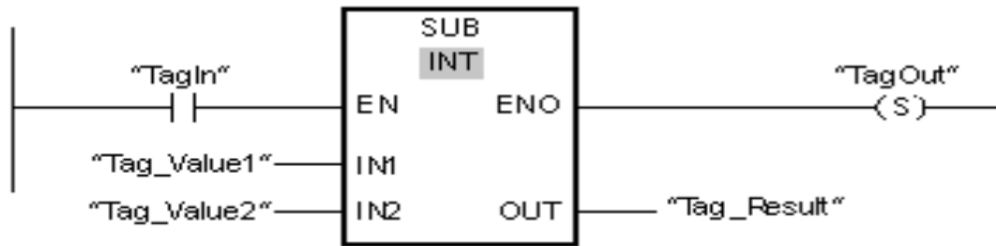


Figura 116: Esquema de programación con un bloque de función restadora de señal

Cuando el operando TagIn devuelve el estado lógico "1", se ejecuta la instrucción "Restar". El valor del operando Tag_Value2 se resta al valor del operando Tag_Value1. El resultado de la resta se almacena en el operando Tag_Result. Si no se producen errores al ejecutar la instrucción, la salida de habilitación ENO devuelve el estado lógico "1" y se activa la salida TagOut.

4.5.1.14) RETARDO AL CONECTAR; TON

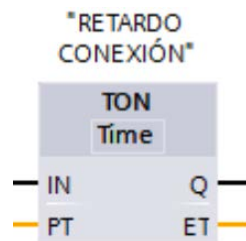


Figura 117: Símbolo del bloque de retardo al encendido

Con la instrucción "Retardo al conectar" se puede retardar la activación de la salida Q por el tiempo programado PT. La instrucción se inicia cuando el resultado lógico de la entrada IN cambia de "0" a "1" (flanco de señal ascendente). El tiempo programado PT empieza a contarse al iniciar la instrucción. Una vez transcurrido el tiempo PT, la salida Q permanece activada mientras la entrada de arranque esté puesta a "1". Cuando el estado lógico de la entrada de arranque cambia de "1" a "0", se desactiva la



salida Q. La función de temporización se reinicia al detectarse un flanco de señal ascendente nuevo en la entrada de arranque.

El valor de tiempo actual se puede consultar en la salida ET. Este valor de tiempo empieza a partir de T#0seg y termina al alcanzarse el valor de tiempo PT. La salida ET se desactiva en cuanto el estado lógico de la entrada IN cambia a "0".

A cada llamada de la instrucción "Retardo al conectar" debe asignársele un temporizador CEI, en el que se guardan los datos de la instrucción.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos		Área de memoria	Descripción
		S7-1200	S7-1500		
IN	Input	BOOL	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de arranque
PT	Input	TIME	TIME, LTIME	I, Q, M, D, L o constante	Tiempo del retardo al conectar El valor del parámetro PT debe ser positivo.
Q	Output	BOOL	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida que se activa una vez transcurrido el tiempo PT.
ET	Output	TIME	TIME, LTIME	I, Q, M, D, L	Valor de tiempo actual

Tabla 39: Parámetros para el bloque de retardo a la conexión

Cronograma de impulsos:

La figura siguiente muestra el cronograma de impulsos de la instrucción "Retardo al conectar":

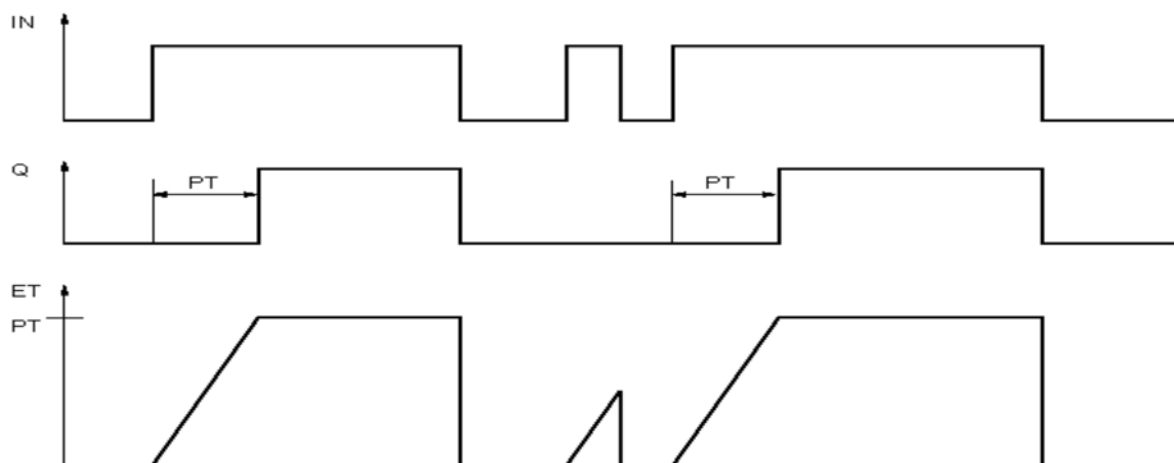


Figura 118: Gráfica en la que se muestra el funcionamiento del retardo a la conexión

4.5.1.15) RETARDO AL DESCONECTAR; TOF

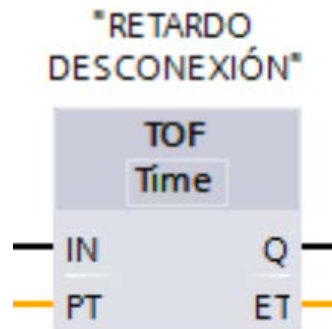


Figura 119: Bloque de retardo a la desconexión

Con la instrucción “Retardo al desconectar” se puede retardar la desactivación de la salida Q por el tiempo programado PT. La salida Q se activa cuando el resultado lógico de la entrada IN cambia de “0” a “1” (flanco de señal ascendente). Cuando el estado lógico de la entrada IN cambia nuevamente a “0”, el tiempo programado PT comienza a contar. La salida Q permanece activada mientras transcurre el tiempo PT. Una vez transcurrido el tiempo PT se desactiva la salida Q. Si el estado lógico de la entrada IN cambia a “1” antes de que transcurra el tiempo PT, se inicializa el temporizador. El estado lógico de la salida Q permanece a “1”.

El valor de tiempo actual se puede consultar en la salida ET. Este valor de tiempo empieza a partir de T#0seg y termina al alcanzarse el valor de tiempo PT. Una vez transcurrido PT, el valor actual de la salida ET se conserva hasta que la entrada IN cambie nuevamente a “1”. Si el estado lógico de la entrada IN cambia a “1” antes de transcurrir el tiempo PT, la salida ET adopta el valor T#0seg.

A cada llamada de la instrucción “Retardo al desconectar” debe asignársele un temporizador CEI, en el cual se guardan los datos de la instrucción.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos		Área de memoria	Descripción
		S7-1200	S7-1500		
IN	Input	BOOL	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de arranque
PT	Input	TIME	TIME, LTIME	I, Q, M, D, L o constante	Tiempo del retardo al desconectar El valor del parámetro PT debe ser positivo.
Q	Output	BOOL	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida que se desactiva una vez transcurrido el tiempo PT.
ET	Output	TIME	TIME, LTIME	I, Q, M, D, L	Valor de tiempo actual

Tabla 40: Parámetros en el bloque de retardo a la desconexión

Cronograma de impulsos:

La figura siguiente muestra el cronograma de impulsos de la instrucción “Retardo al desconectar”:

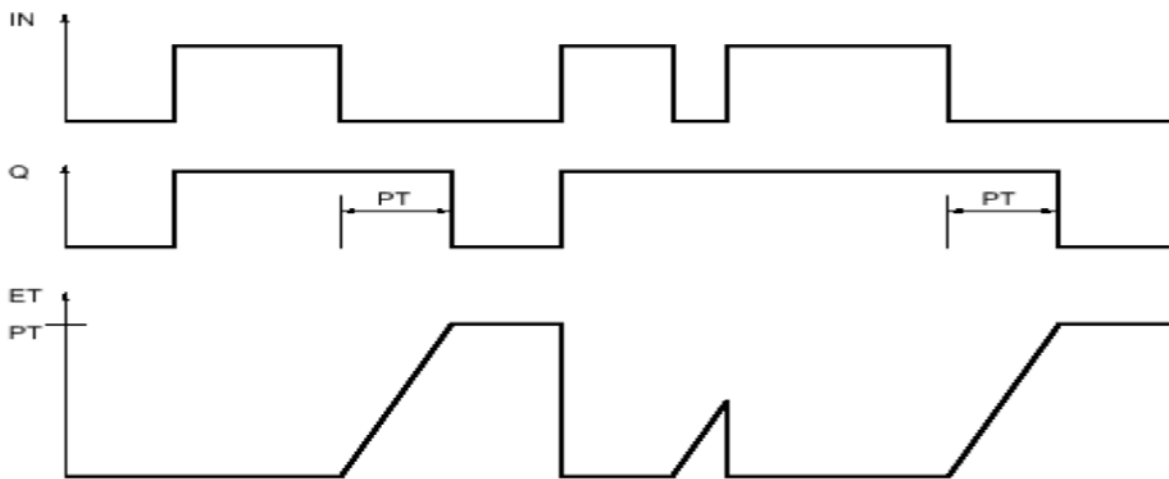


Figura 120: Gráfica de funcionamiento del retardo a la desconexión

4.5.1.16) ACUMULADOR DE TIEMPO --(TONR)--

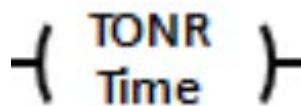


Figura 121: Símbolo del acumulador de tiempo en TIA Portal

La instrucción “Acumulador de tiempo” permite registrar durante cuánto tiempo es “1” la señal en la entrada de la instrucción. La instrucción se lanza cuando el resultado



lógico cambia de “0” a “1” (flanco de señal ascendente). Mientras el estado lógico es “1”, se cuenta el tiempo. Si el estado lógico cambia a “0”, se detiene la instrucción. Si el estado lógico cambia nuevamente a “1”, se sigue contando el tiempo. La consulta de si el estado del temporizador es “1” devuelve el estado lógico “1” si el tiempo contado supera el tiempo especificado y el estado lógico de la entrada es “1”.

El arranque y la consulta del temporizador CEI pueden encontrarse en diferentes niveles de ejecución, pues cada consulta de las salidas Q o ET actualiza la estructura del IEC_TIMER.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos		Área de memoria	Descripción
		S7-1200	S7-1500		
<Tiempo>	Input	TIME	TIME, LTIME	I, Q, M, D, L o constante	Tiempo que cuenta el temporizador CEI.
<Temporizador CEI>	InOut	IEC_TIMER, TONR_TIME	IEC_TIMER, IEC_LTIMER, TONR_TIME, TONR_LTIME	D, L	Temporizador CEI que se arranca.

Tabla 41: Parámetros aceptados para el acumulador de tiempo

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

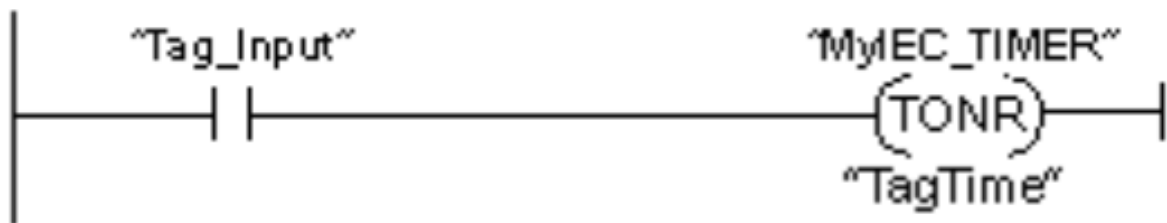


Figura 122: Diagrama de programación del acumulador de tiempo

La instrucción “Acumulador de tiempo” se ejecuta cuando se detecta un flanco de señal ascendente en el estado lógico. Mientras el operando Tag_Input devuelve el estado lógico “1”, se cuenta el tiempo.

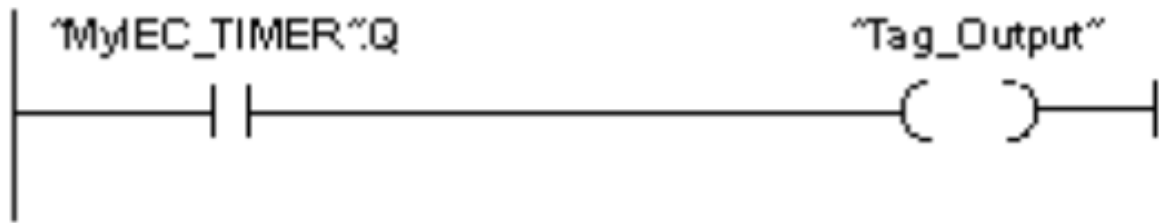


Figura 123: Diagrama del operando de salida para el acumulador de tiempo

Si el tiempo contado supera el valor del operando TagTime, la consulta del estado del temporizador devuelve el estado lógico “1” Y el operando Tag_Out se activa.

4.5.1.17) CONTADOR ASCENDENTE; CTU

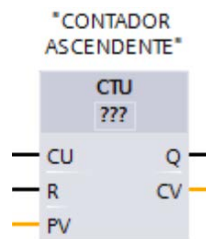


Figura 123: Símbolo del bloque de contador ascendente

La instrucción “Contador ascendente” incrementa el valor de la salida CV. Cuando el estado lógico de la entrada CU cambia de “0” a “1” (flanco de señal ascendente), se ejecuta la instrucción y el valor actual de contaje de la salida DV se incrementa en uno. La primera vez que se ejecuta la instrucción, el valor actual de contaje de la salida CV está a cero. El valor de contaje se incrementa cada vez que se detecta un flanco de señal ascendente, hasta alcanzar el valor límite superior del tipo de datos indicado en la salida CV. Cuando se alcanza el valor límite superior, el estado lógico de la entrada CU deja de tener efecto en la instrucción.

El estado del contador se puede consultar en la salida Q. El estado lógico de la salida Q es determinado por el parámetro PV. Si el valor actual del contaje es mayor o igual al valor del parámetro PV, la salida Q adopta el estado lógico “1”. En todos los demás



casos, el estado lógico de la salida Q es “0”. En el parámetro PV también se puede indicar una constante.

El valor de la salida CV se pone a cero cuando el estado lógico de la entrada R cambia a “1”. Mientras la entrada R tenga el estado lógico “1”, el estado lógico de la entrada CU no tendrá efecto alguno en la instrucción.

Se recomienda usar el contador en una sola posición del programa para evitar fallos de contaje.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
CU	Input	BOOL	I, O, M, D, L o constante	Entrada de contaje
R	Input	BOOL	I, O, M, D, L, T, C, P o constante	Entrada de reset
PV	Input	Enteros	I, O, M, D, L, P o constante	Valor con el que se activa la salida Q.
Q	Output	BOOL	I, O, M, D, L	Estado del contador
CV	Output	Enteros, CHAR, DATE	I, O, M, D, L, P	Valor actual de contaje

Tabla 42: Parámetros para el contador ascendente

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

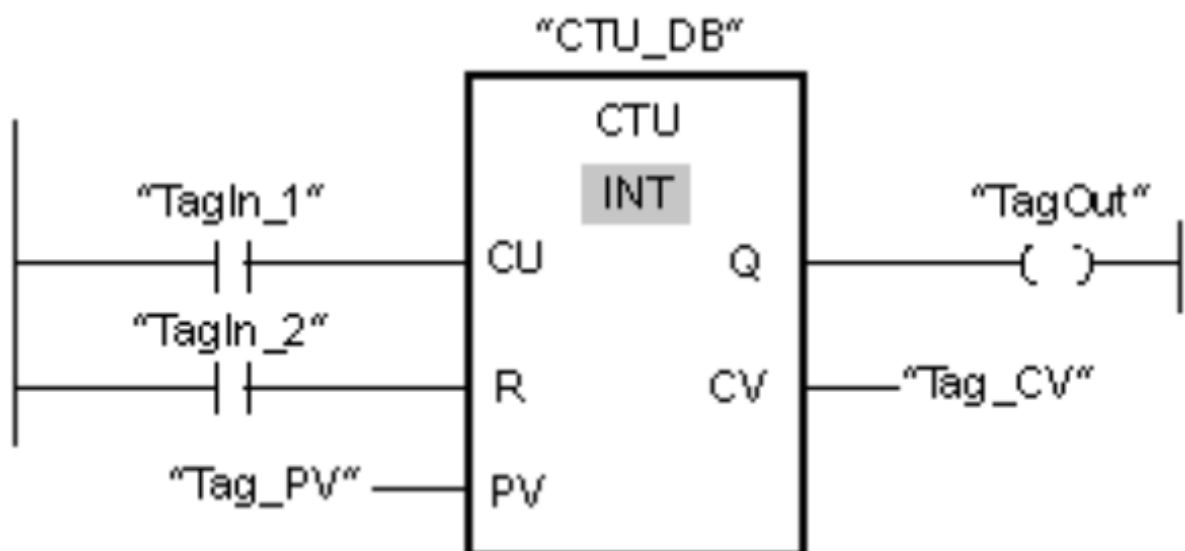


Figura 124: Esquema de contactos para la programación del contador ascendente



Cuando el estado lógico del operando TagIn_1 cambia de “0” a “1”, se ejecuta la instrucción “Contador ascendente” y el valor actual de contaje del operando Tag_CV se incrementa en uno. Con cada flanco de señal ascendente posterior, el valor de contaje irá incrementando hasta alcanzar el valor límite superior del tipo de datos.

El valor del parámetro PV se utiliza como límite para determinar la salida TagOut. La salida TagOut devuelve el estado lógico “1” mientras el valor actual de contaje sea mayor o igual al valor del operando Tag_PV. En todos los demás casos, la salida TagOut devuelve el estado lógico “0”.

4. 5.1.18) CONVERTIR VALOR; CONVERT

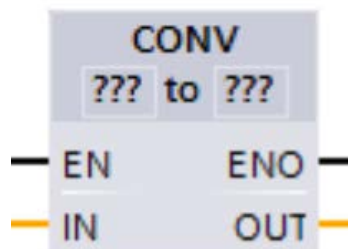


Figura 125: Símbolo del bloque convertidor de señal

La instrucción “Convertir valor” lee el contenido del parámetro IN y lo convierte según los tipos de datos seleccionados en el cuadro de la instrucción. El valor convertido se deposita en la salida OUT.

La salida de habilitación ENO devuelve el estado lógico “0” cuando se cumple una de las condiciones siguientes:

- ✓ La entrada de habilitación EN devuelve el estado lógico “0”.
- ✓ Durante la ejecución se producen errores, por ejemplo se produce un rebase por exceso.



- ✓ En la entrada IN está indicado un operando del tipo de datos BYTE, WORD, DWORD o LWORD cuyo bit más significativo está activado. En la salida OUT está indicado un entero con signo (SING, INT, DIN, LINT) que tiene la misma longitud de bits que el operando en la entrada IN.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
EN	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de habilitación
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida de habilitación
IN	Input	Secuencias de bits, enteros, números en coma flotante, CHAR, BCD16, BCD32	I, Q, M, D, L, P o constante	Valor que se convierte.
OUT	Output	Secuencias de bits, enteros, números en coma flotante, CHAR, BCD16, BCD32	I, Q, M, D, L, P	Resultado de la conversión

Tabla 43: Parámetros del bloque conversor de señal

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

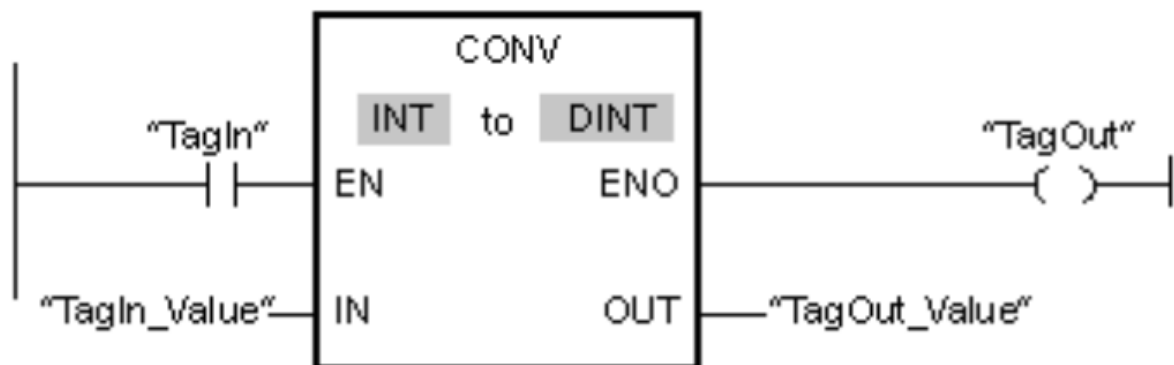


Figura 126: Esquema de programación de un bloque conversor de señal

Si el operando TagIn devuelve el estado lógico “1”, el contenido del operando TagIn_Value se lee y se convierte en un número entero. El resultado se deposita en el operando TagOut_Value. Si la instrucción s ha ejecutado correctamente, la salida TagOut se pone a “1”.

4.5.1.19) NORMALIZAR; NORM_X

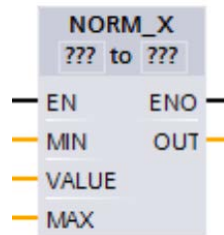


Figura 127: Bloque de normalización, símbolo

La instrucción “Normalizar” normaliza el valor de la variable de la entrada VALUE representándolo en una escala lineal. Los parámetros MIN Y MAX sirven para definir los límites de un rango de valores que se refleja en la escala. En función de la posición del valor que se debe normalizar en este rango de valores, el resultado se calcula y se deposita como número en coma flotante en la salida OUT. Si el valor que se debe normalizar es igual al valor de la entrada MIN, la salida OUT devuelve el valor “0.0”. Si el valor que se debe normalizar es igual al valor de la entrada MAX, la salida OUT devuelve el valor “1.0”.

La figura siguiente muestra un ejemplo de cómo pueden normalizarse valores:

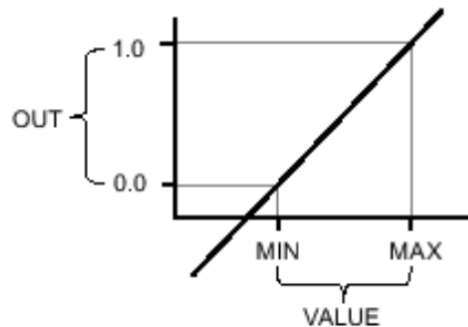


Figura 128: Gráfica de normalización

La instrucción “Normalizar” utiliza la siguiente ecuación:

$$OUT=(VALUE-MIN)/(MAX-MIN)$$

Las salida de habilitación ENO devuelve el estado lógico “0” cuando se cumple una de las siguientes condiciones:

- ✓ La entrada de habilitación EN devuelve el estado lógico “0”.
- ✓ El valor de la entrada MIN es mayor o igual al valor de la entrada MAX.
- ✓ El valor de un número en coma flotante indicado está fuera del rango de los números normalizados según IEEE-754.
- ✓ El valor de la entrada VALUE es NaN (resultado de una operación aritmética no válida)

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
EN	input	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de habilitación
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida de habilitación
MIN	input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L o constante	Límite inferior del rango de valores
VALUE	input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L o constante	Valor que se normaliza.
MAX	input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L o constante	Límite superior del rango de valores
OUT	Output	Números en coma flotante	I, Q, M, D, L	Resultado de la normalización

Tabla 44: Parámetros de la función normalización

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

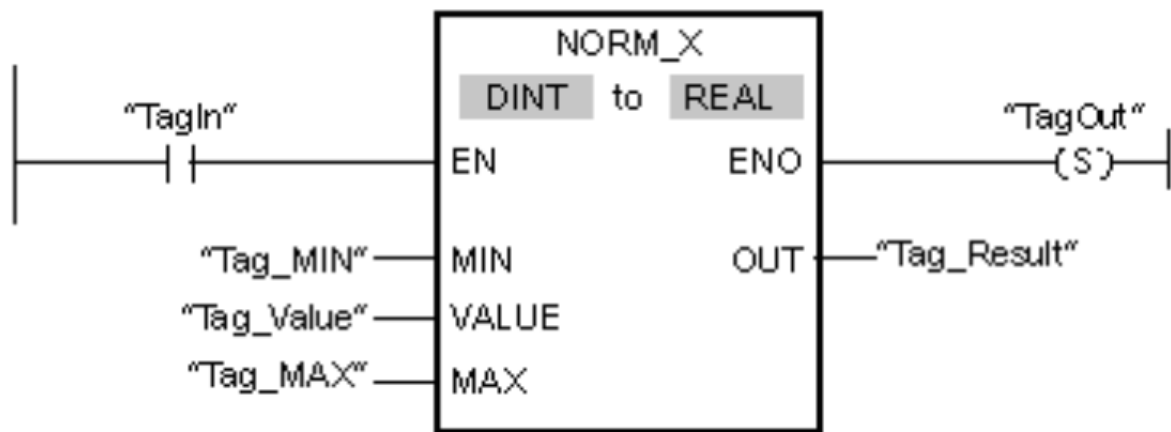


Figura 129: Esquema de programación de la función normalización

La tabla siguiente muestra el funcionamiento de la instrucción con valores de operandos concretos:



Parámetro	Operando	Valor
MIN	Tag_MIN	10
VALUE	Tag_Value	20
MAX	Tag_MAX	30
OUT	Tag_Result	0.5

Tabla 45: Tabla con ejemplos de funcionamiento según valores de operandos

Cuando el operando TagIn devuelve el estado lógico “1”, se ejecuta la instrucción “Normalizar”. El valor de la entrada Tag_Value se asigna al rango de valores definido por los valores de las entradas Tag_MIN y Tag_MAX. El valor de la variable de la entrada Tag_Value se normaliza conforme al rango de valores definido. El resultado se deposita como número en coma flotante en la salida Tag_Result. Si no se producen errores al ejecutar la instrucción, la salida de habilitación ENO devuelve el estado lógico “1” y se activa la señal TagOut.

4.5.1.20) ESCALAR; SCALE_X

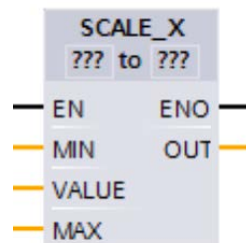


Figura 130: Símbolo de la función escalar

La instrucción “Escalar” escala el valor de la entrada VALUE mapeándolo en un determinado rango de valores. Al ejecutar la instrucción “Escalar”, el número en coma flotante de la entrada VALUE se escala al rango de valores definido por los parámetros MIN Y MAX. El resultado de la escala es un número entero que se deposita en la salida OUT.

La figura siguiente muestra un ejemplo de cómo pueden escalarse los valores:

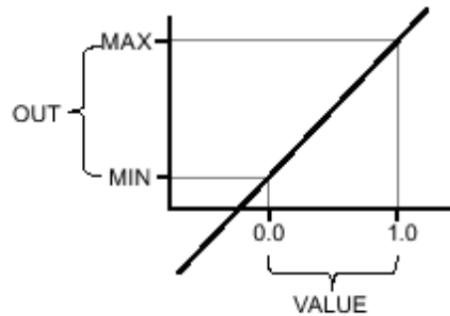


Figura 131: Gráfica de escalado de señal

La instrucción “Escalar” utiliza la siguiente ecuación:

$$OUT=(VALUE*(MAX-MIN))+MIN$$

La salida de habilitación ENO devuelve el estado lógico “0” cuando se cumple una de las condiciones siguientes:

- ✓ La entrada de habilitación EN devuelve el estado lógico “0”.
- ✓ El valor de la entrada MIN es mayor o igual al valor de la entrada MAX.
- ✓ El valor de un número en coma flotante indicado está fuera del rango de los números normalizados según IEE-754.
- ✓ Ocurre un rebase por exceso.
- ✓ El valor de la entrada VALUE es NaN (Not a number= resultado de una operación aritmética no válida).

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Área de memoria	Descripción
EN	Input	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de habilitación
ENO	Output	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida de habilitación
MIN	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L o constante	Límite inferior del rango de valores
VALUE	Input	Números en coma flotante	I, Q, M, D, L o constante	Valor que se escala.
MAX	Input	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L o constante	Límite superior del rango de valores
OUT	Output	Enteros, números en coma flotante	I, Q, M, D, L	Resultado de la escala

Tabla 46: Parámetros adoptados por la función escalar

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

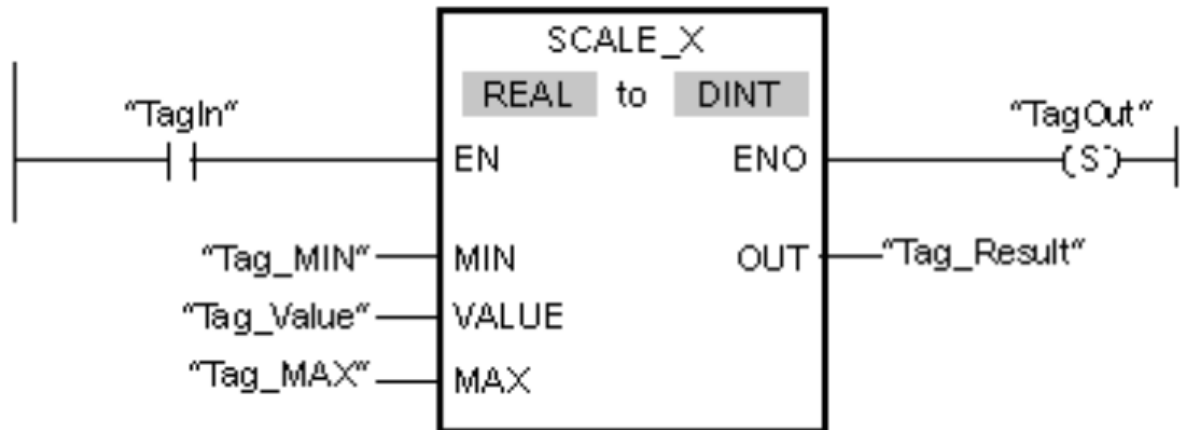


Figura 132: Diagrama de programación de la función escalar

La tabla siguiente muestra el funcionamiento de la instrucción con valores de operandos concretos:

Parámetro	Operando	Valor
MIN	Tag_MIN	10
VALUE	Tag_Value	0.5
MAX	Tag_MAX	30
OUT	Tag_Result	20

Tabla 47: Ejemplos de funcionamiento según valores determinados

Cuando el operando TagIn devuelve el estado lógico "1", se ejecuta la instrucción "Escalar". El valor de la entrada Tag_Value se escala al rango de valores definido por los valores de las entradas Tag_MIN y Tag_MAX. El resultado se deposita en la salida Tag_Result. Si no se producen errores al ejecutar la instrucción, la salida de habilitación ENO devuelve el estado lógico "1" y se activa la salida TagOut.

4.5.1.21) COPIAR VALOR; MOVE

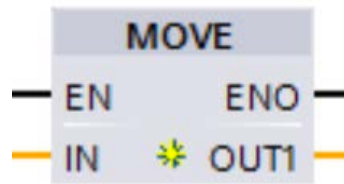


Figura 133: Símbolo de la función copiar

La instrucción “Copiar valor” transfiere el contenido del operando de la entrada IN al operando de la salida OUT1. La transferencia se efectúa siempre por orden ascendente de direcciones.

Parámetros:

Parámetro	Declaración	Tipo de datos		Área de memoria	Descripción
		S7-1200	S7-1500		
EN	Input	BOOL	BOOL	I, Q, M, D, L	Entrada de habilitación
ENO	Output	BOOL	BOOL	I, Q, M, D, L	Salida de habilitación
IN	Input	Secuencias de bits, enteros, números en coma flotante, DATE, TIME, TOD, DTL, CHAR, STRUCT, ARRAY, tipos de datos IEC, tipos de datos PLC (UDT)	Secuencias de bits, enteros, números en coma flotante, DATE, DT, LDT, S5TIME, TIME, LTIME, TOD, LTOD, DTL, CHAR, STRUCT, ARRAY, TIMER, COUNTER, tipos de datos IEC, tipos de datos PLC (UDT)	I, Q, M, D, L o constante	Valor de origen
OUT1	Output	Secuencias de bits, enteros, números en coma flotante, DATE, TIME, TOD, DTL, CHAR, STRUCT, ARRAY, tipos de datos IEC, tipos de datos PLC (UDT)	Secuencias de bits, enteros, números en coma flotante, DATE, DT, LDT, S5TIME, TIME, LTIME, TOD, LTOD, DTL, CHAR, STRUCT, ARRAY, TIMER, COUNTER, tipos de datos IEC, tipos de datos PLC (UDT)	I, Q, M, D, L	Operando al que se transfiere el valor de origen.

Tabla 48: Parámetros dispuestos en la función copiar

Ejemplo:

El siguiente ejemplo muestra el funcionamiento de la instrucción:

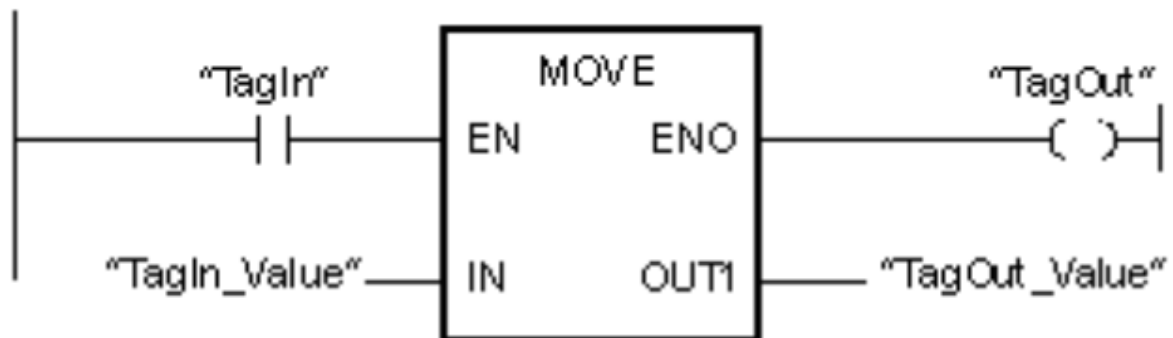


Figura 134: Esquema de programación de la función copiar



La tabla siguiente muestra el funcionamiento de la instrucción con valores de operandos concretos:

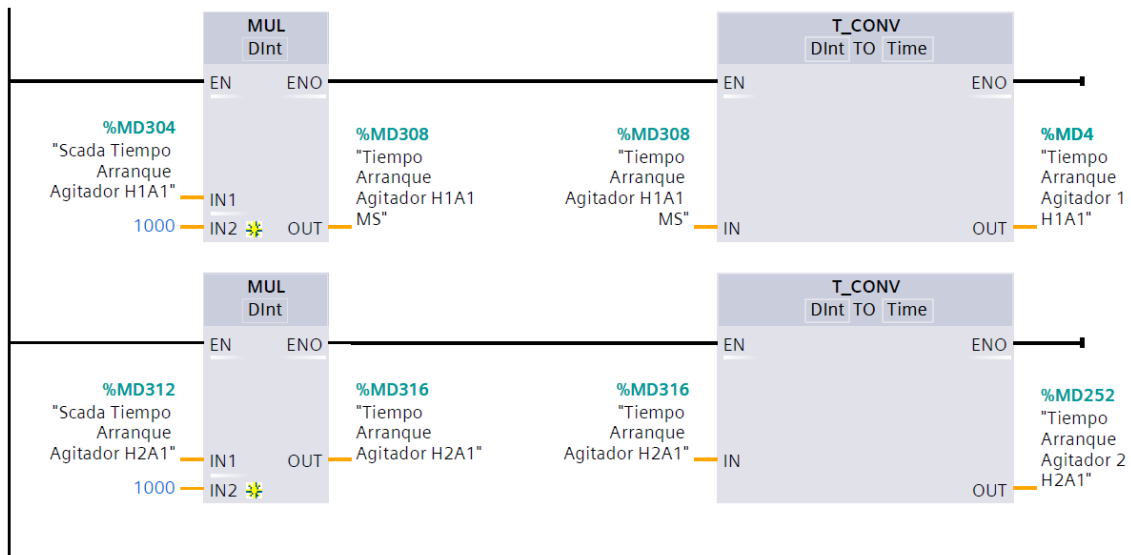
Parámetro	Operando	Valor
IN	TagIn_Value	0011 1111 1010 1111
OUT1	TagOut_Value	0011 1111 1010 1111

Tabla 49: Ejemplos de funcionamiento operandos determinados

Cuando el operando TagIn devuelve el estado lógico “1”, se ejecuta la instrucción “Copiar Valor”. La instrucción copia los contenidos del operando TagIn_Value en el operando TagOut_Value y pone la salida TagOut al estado lógico “1”.

4.5.2) PROGRAMACIÓN DETALLADA E.D.AR. MANUFACTURAS S.A.

4.5.2.1) ESCALADO DE TIEMPOS AGITADORES

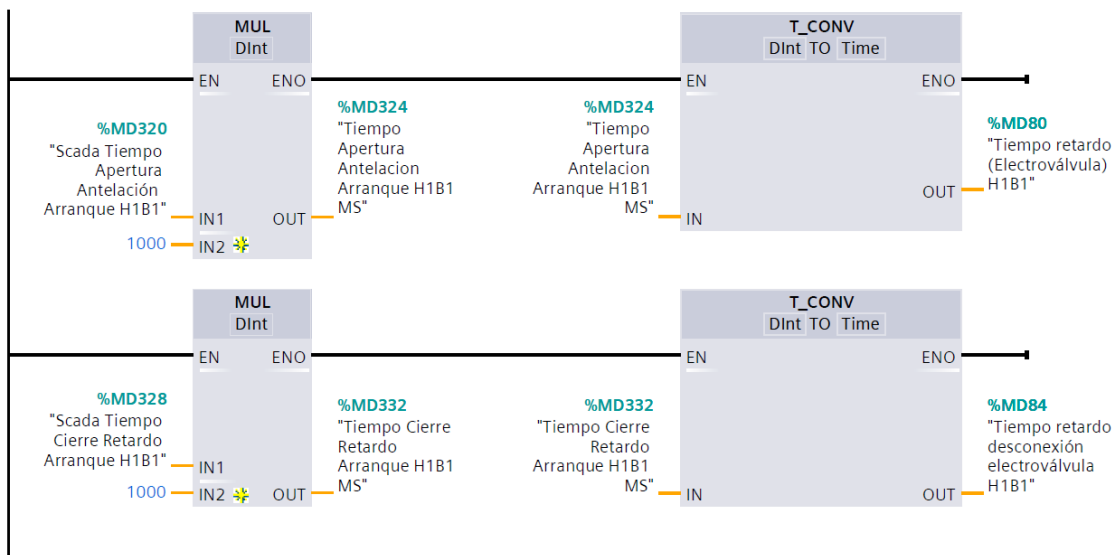




Introduciendo el tiempo de arranque de los agitadores por pantalla, obtendremos primeramente una variable que almacena el valor de este en milisegundos al multiplicar por 1000 su valor. Posteriormente, y gracias al bloque conversor, cambiaremos el tipo de variable hasta obtener a la salida un valor de tiempo de arranque de cada agitador definitivo del tipo “Time”.

Estos tiempos gestionarán el tiempo que funcionarán los agitadores situados en los tanques de homogeneización.

4.5.2.2) ESCALADO DE TIEMPOS H1EV1

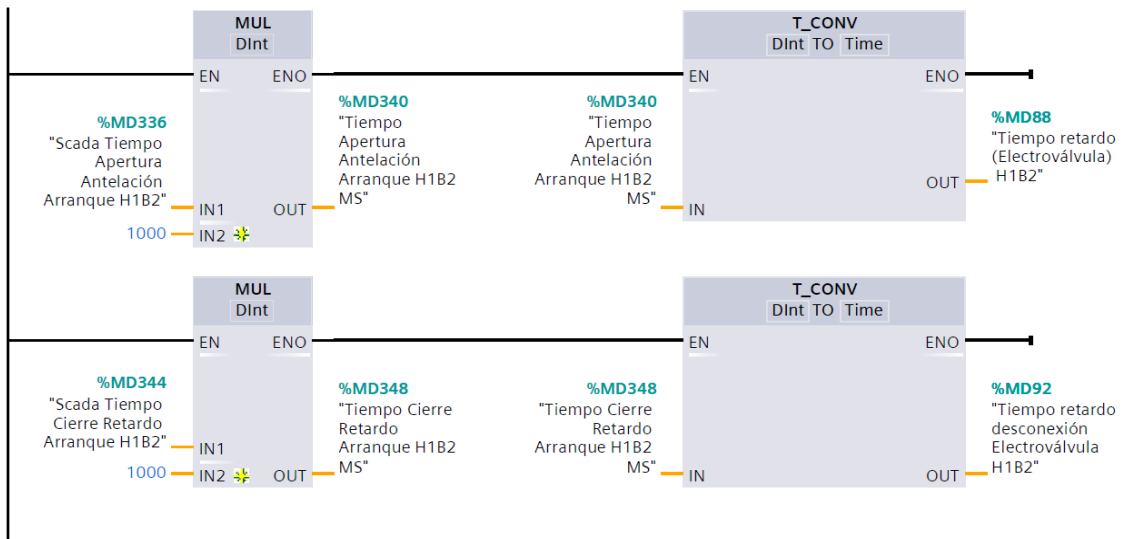


Mismo procedimiento que en el caso anterior. Esta vez trataremos sobre las entradas fijadas desde la pantalla para obtener finalmente en variables del tipo “Time” los tiempos de “retardo electroválvula H1B1” y de “retardo desconexión electroválvula H1B1”.

Estos retardos serán necesarios para el correcto funcionamiento de la UF2.



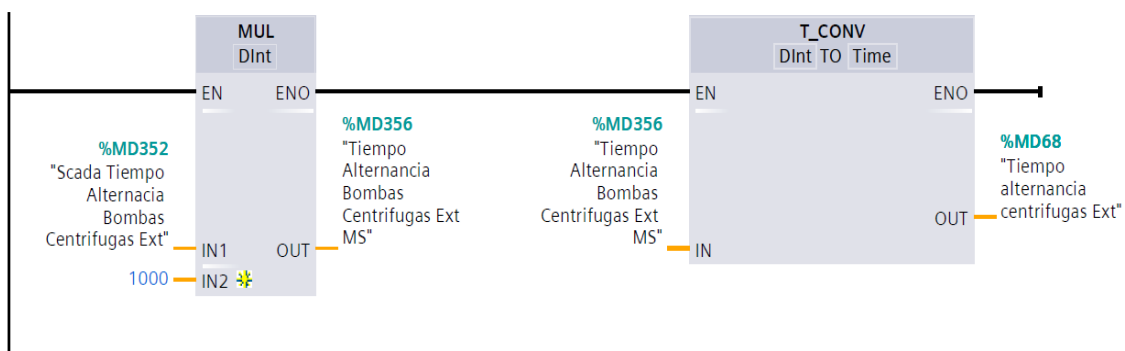
4.5.2.3) ESCALADO DE TIEMPOS H1EV2



Mismo procedimiento que en el caso anterior. Tratando sobre las entradas fijadas desde la pantalla para obtener finalmente en variables del tipo "Time" los tiempos de "retardo electroválvula H1B2" y de "retardo desconexión electroválvula H1B2".

Estos retardos serán necesarios para el correcto funcionamiento de la UF2.

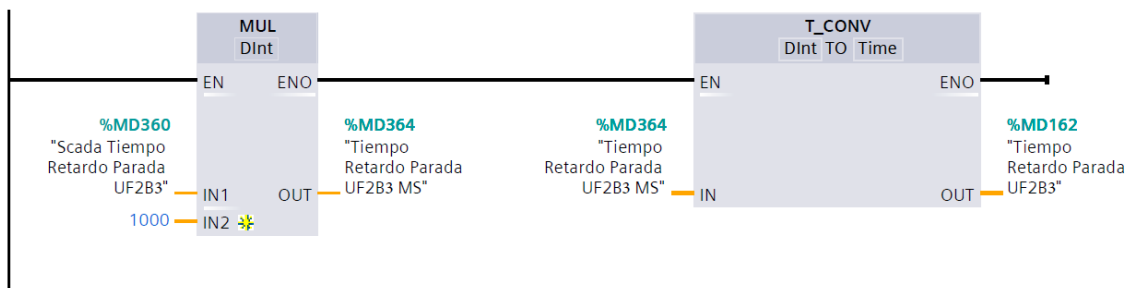
4.5.2.4) ESCALADO DE TIEMPOS ALTERNANCIA BOMBAS CENTRÍFUGAS H1B1 Y H1B2





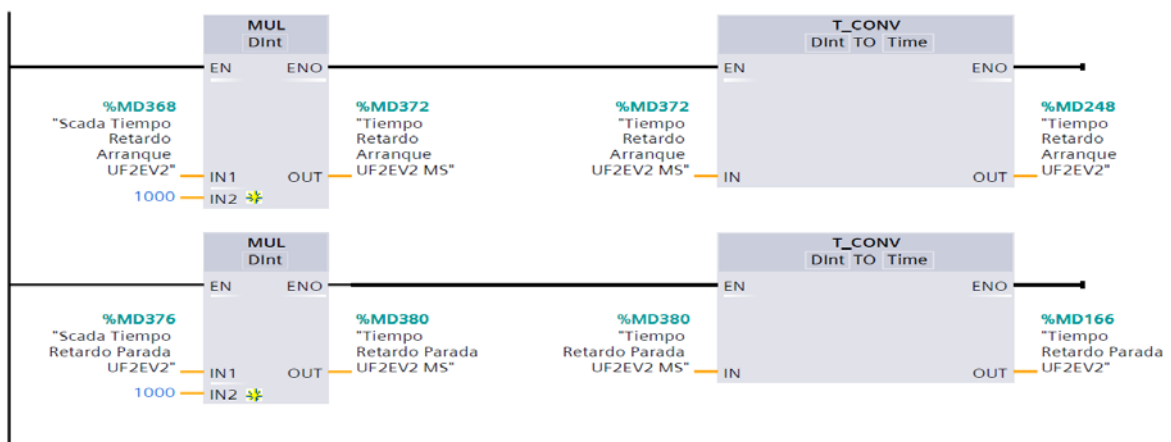
Seguimos los mismos procesos para pasar de un valor marcado desde pantalla, hasta un valor del tipo “Time” que nos marcará el “tiempo de alternancia de las bombas H1B1 y H1B2” de manera que ninguna trabaje constantemente. El objetivo será por tanto hacer que trabajen el mismo número de horas en global, alternando entre una y otra, facilitando así descansos para ambas.

4.5.2.5) ESCALADO DE TIEMPOS BOMBA DE RECIRCULACIÓN UF2B3



El fin de este segmento, será el de obtener una variable del tipo “time” que almacenará el “tiempo de retardo de parada de UF2B3”

4.5.2.6) ESCALADO DE TIEMPOS DE ELECTROVÁLVULA UF2EV2 EN BOMBA DE RECIRCULACIÓN





Al igual que en el caso anterior, a la entrada de “tiempo de retardo” para el arranque/parada de la UF2EV2, la multiplicaremos por el valor 1000 de forma que podremos actuar con un valor en milisegundos. A este valor posteriormente le convertiremos para obtener una variable definitiva cuyo valor se mostrará en milisegundos y ya será del tipo “time”.

Estará asociado al segmento anterior, puesto que actuaremos sobre la electroválvula que abre y cierra el paso de aire para el funcionamiento del presostato UF2B3.

4.5.2.7) ESCALADO DE TIEMPOS DE TORNILLO SINFIN UF2B2

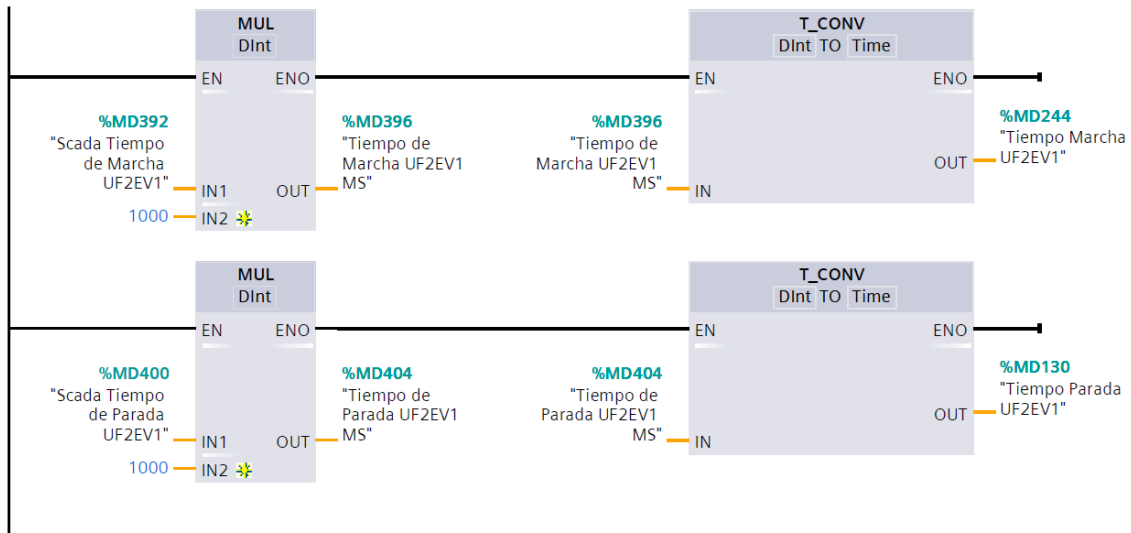


Servirá para obtener una variable que almacenará el “tiempo de antelación UF2B2” con el que UF2B2 se pondrá en marcha. La variable final contendrá un valor del tipo “Time”.

Nos marcará el adelanto que tendrá el tornillo sinfin para empezar a arrastrar fango antes de que la electroválvula de evacuación (siguiente segmento) se abra. De esta manera conseguiremos evacuar fango con la menor cantidad de agua.



4.5.2.8) ESCALADO DE TIEMPOS DE VACIADO DEL TORNILLO SIN FÍN, ELECTROVÁLVULA UF2EV1

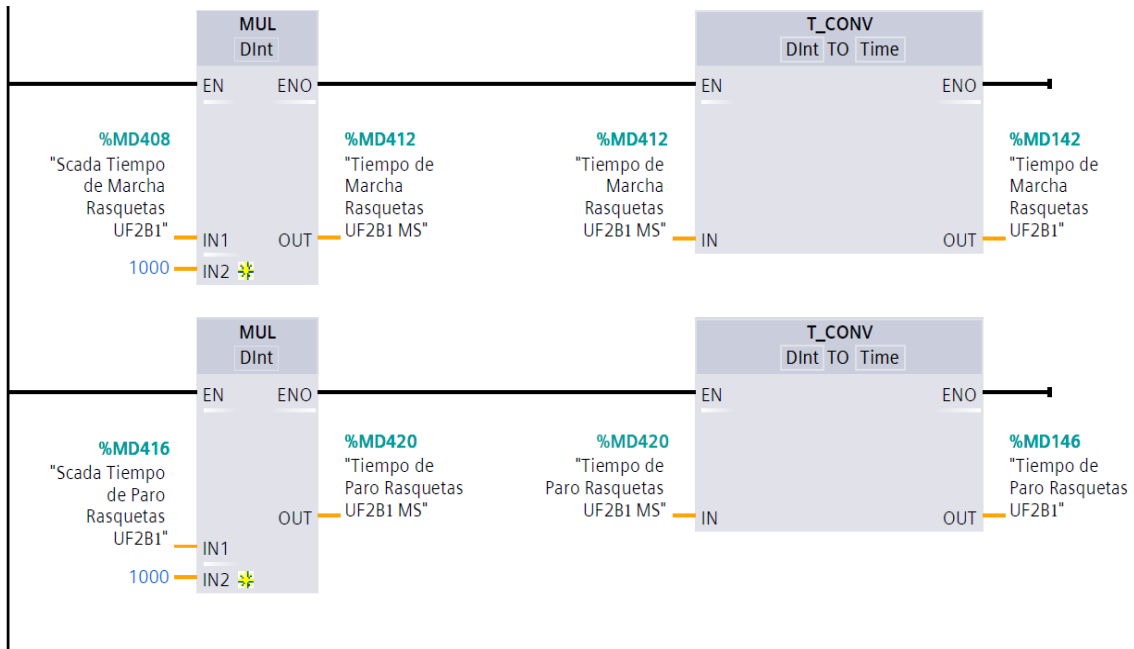


A los tiempos introducidos “Scada Tiempo de Marcha UF2EV1” y “Scada Tiempo de Parada UF2EV1” los multiplicaremos por 1000 para así obtener dichos tiempos en milisegundos.

A esta variable obtenida, aún de tipo DInt, la convertiremos a una variable del tipo time, que finalmente gobernará los tiempos de marcha y paro de la UF2EV1.



4.5.2.9) ESCALADO DE TIEMPOS RASQUETAS UF2B1

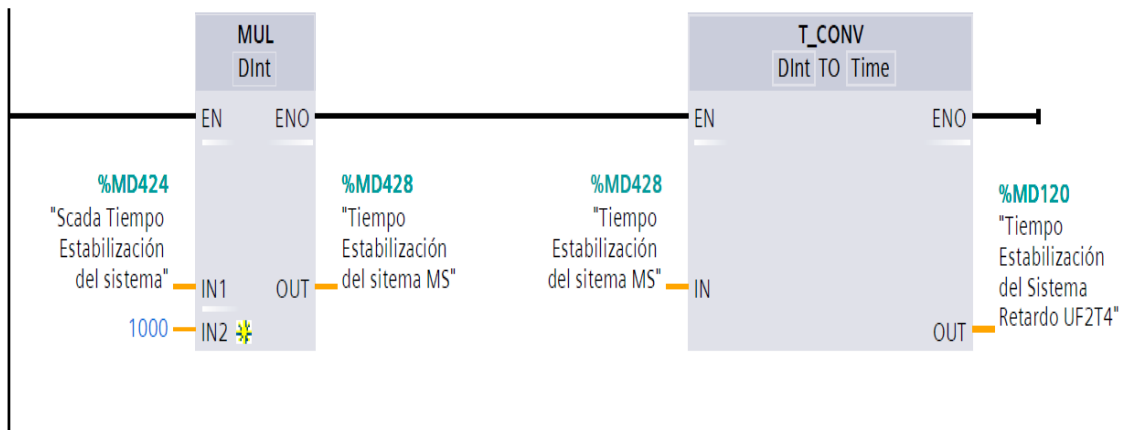


Obtendremos dos variables del tipo "Time". La primera será la variable definitiva que nos marcará el "tiempo de marcha rasquetas UF2B1" y el segundo el "tiempo de paro rasquetas UF2B1".

De esta manera, tendremos un funcionamiento intermitente, en el cual las rasquetas extraerán la grasa y se detendrán hasta la formación de una nueva capa de ésta.



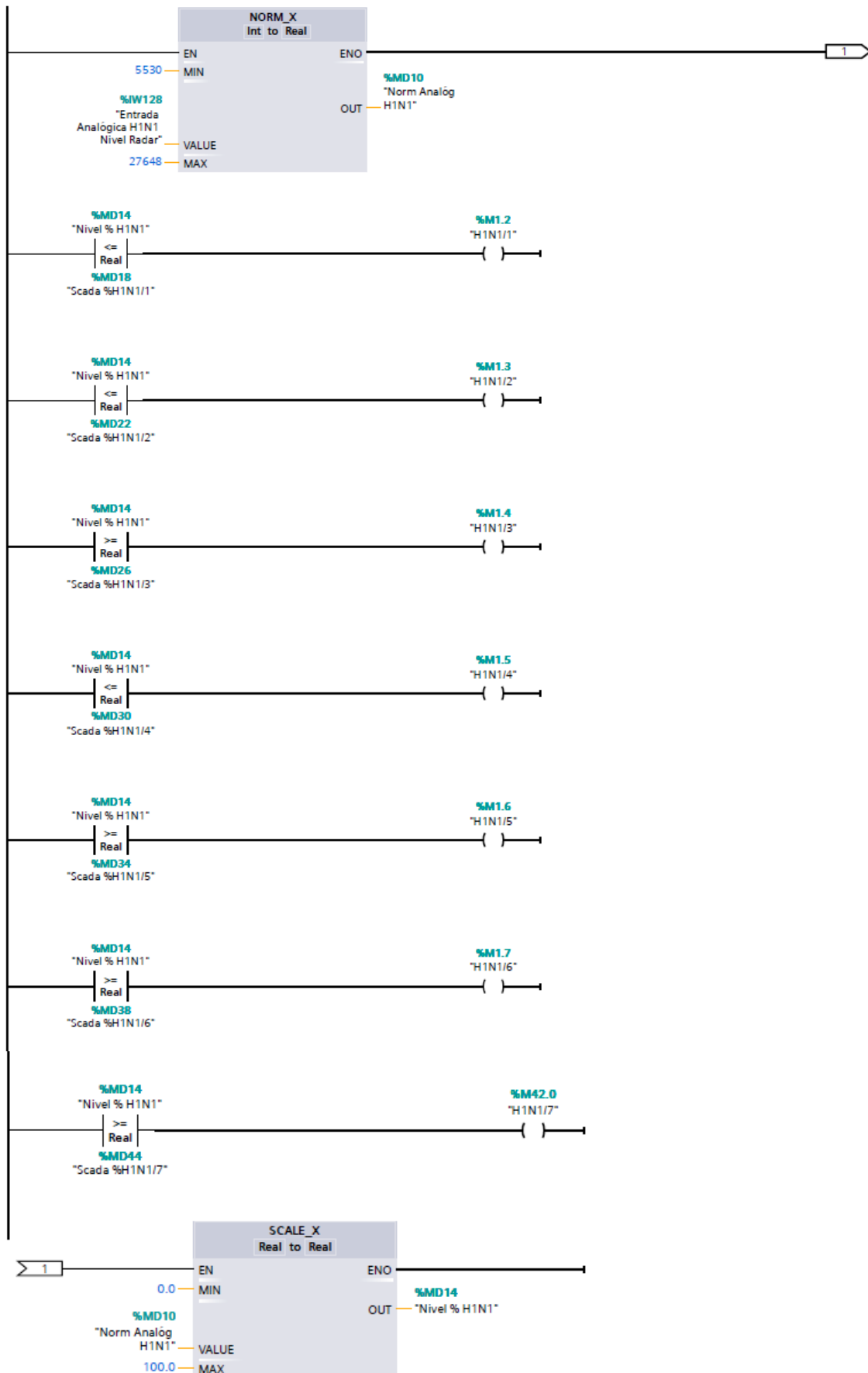
4.5.2.10) ESCALADO DE TIEMPOS DE ESTABILIZACIÓN UF2



La variable "tiempo estabilización del sistema retardo UF2T4", del tipo "Time" nos servirá en el arranque inicial de la UF2, y su objetivo será el de esperar que el sistema se estabilice con la suficiente cantidad de agua y presión de presos-tato antes de comenzar a funcionar.



4.5.2.11) REGULACIÓN DE NIVEL N1H1





Este segmento estará destinado a la activación/desactivación de una serie de marcas, las cuales queremos que se activen en función de superar una serie de valores porcentuales del llenado del depósito.

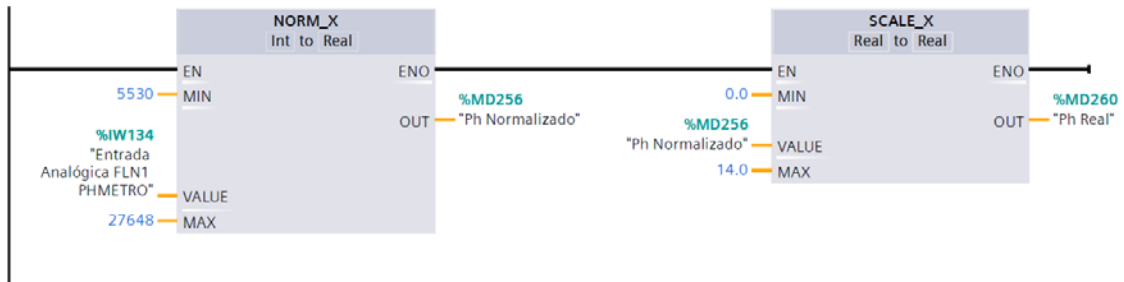
Primeramente trabajamos con la señal analógica obtenida por el sensor de radar H1N1 “entrada analógica H1N1 nivel radar”. Conociendo los valores que el sensor ofrece cuando el depósito se encuentra vacío y lleno, podemos obtener una variable de tipo “real”, la cual posteriormente podremos escalar entre 0 y 100 para que se adecue a los valores porcentuales a los que hacíamos referencia. A esta variable la denominaremos “nivel % H1N1”, y será del tipo “Real” para permitirnos su comparación.

Mediante comparadores, podremos activar y desactivar una serie de marcas (salidas) H1N1/1...7, cuando el valor “nivel % H1N1” vaya superando los valores “scada nivel % H1N1/1...7” que fijaremos por pantalla según nos convenga. Por ejemplo: Scada nivel %H1N1/ 1 = 10; Scada nivel % H1N1/2 = 20; Scada nivel % H1N1/7 = 95.

Podremos modificar los valores a los cuales se activan las marcas de salida en cualquier momento.



4.5.2.12) REGULACIÓN DE PH-METRO

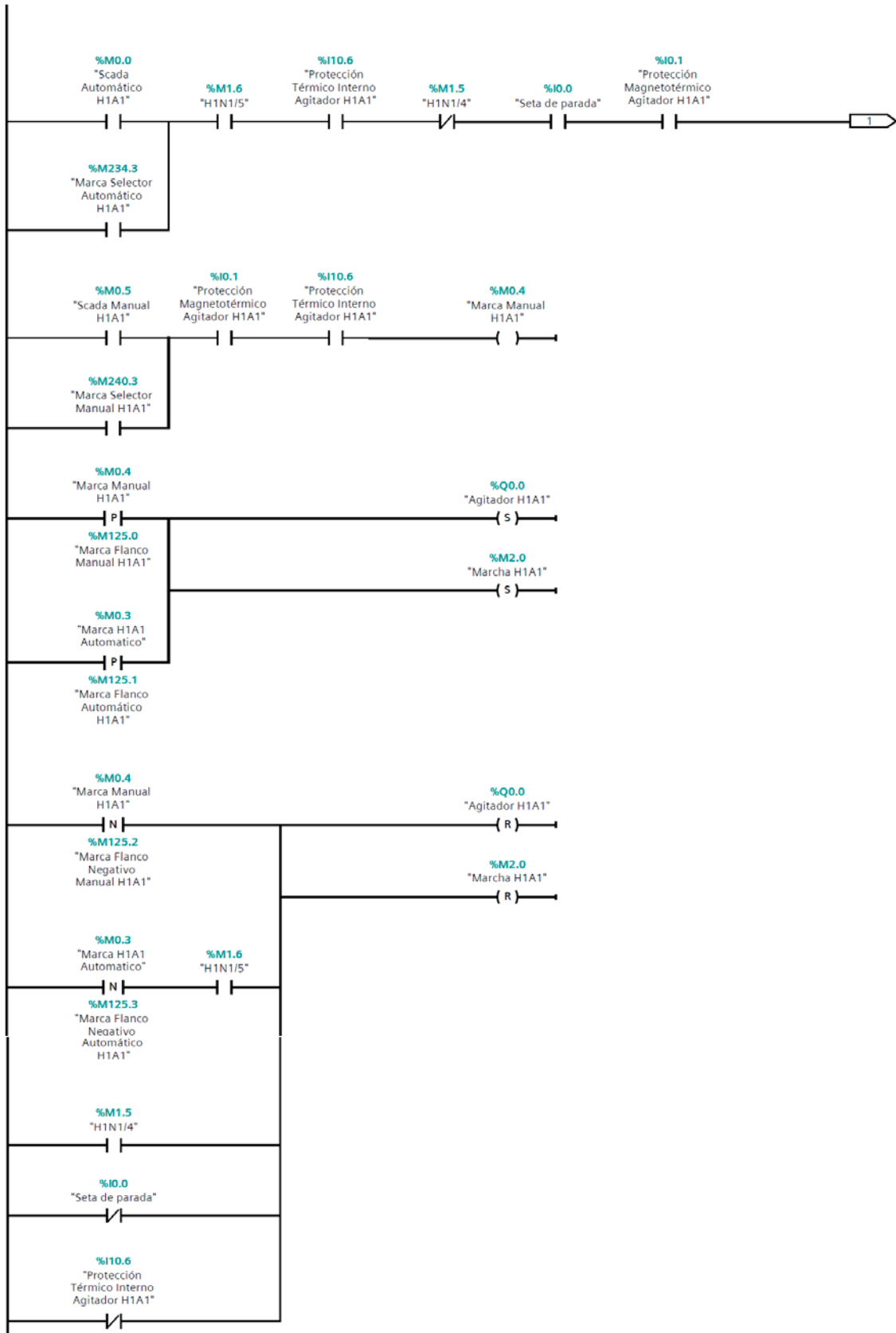


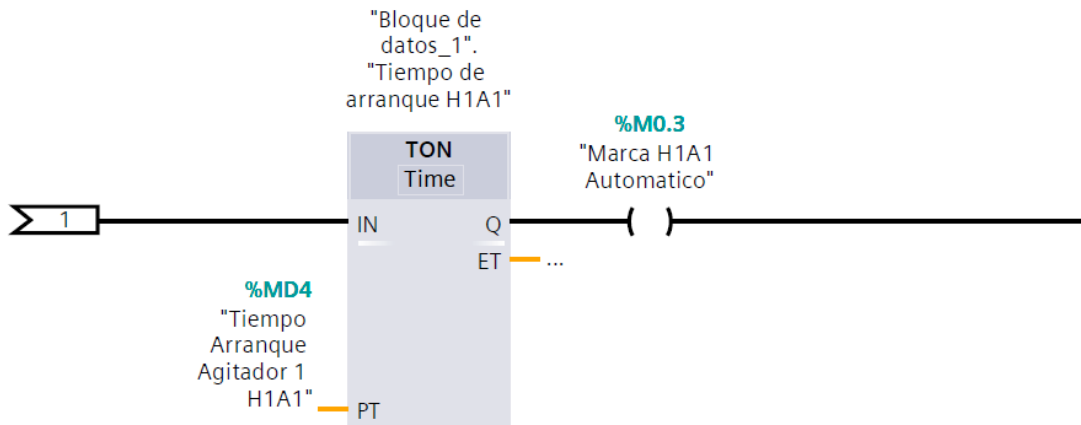
La entrada analógica que llega desde el pH-metro, denominada “entrada analógica FLN1 PhMETRO” se normaliza conociendo los valores máximo y mínimos que ofrece en su medición.

Una vez obtenido el parámetro normalizado “Ph Normalizado” en la variable de tipo “Real”, escalamos esta para que nos muestre el valor que obtenemos de pH en el agua entre 0 y 14, que es el margen de medición que confiere dicho sensor.



4.5.2.13) FASE DE AGITACIÓN: AGITADOR H1A1





En este segmento, si bien el funcionamiento a simple vista parece complejo, funciona de una forma simple.

En primer lugar tenemos una línea de comandos para el funcionamiento automático del homogeneizador. En este modo automático, la salida permanecerá desactivada hasta que tras una serie de condiciones se cumplan, con la consiguiente activación. La activación de dicha marca automática nos permitirá el accionamiento del aspa del H1A1. Para que se active “Marca H1A1 Automático”, tenemos que cumplir en primer lugar, que ya este marcado el funcionamiento automático en SCADA, que el nivel H1N1/5 que fijemos este activado, así como que tanto la seta de parada como los protectores magnetotérmico y térmico dejen pasar corriente, es decir que ninguno permanezca en estado de corte. Una vez cumplidas las condiciones y pasado un tiempo de retardo de arranque que configuraremos en una variable “Tiempo Arranque Agitador 1 H1A1”, finalmente activaremos la salida “Marca H1A1 Automático”.

Por otro lado, a través del Scada, o del selector manual, y siempre que los protectores dejen pasar corriente, podremos activar también lo que denominaremos “Marca Manual H1A1” para poder activar el funcionamiento del agitador posteriormente de esta manera.

En el momento en el que se detecta un flanco ascendente en “Marca Manual H1A1” o en “Marca H1A1 Automático”, además de guardar el estado lógico en “Marca Flanco



Manual H1A1” y “Marca Flanco Automático H1A1” respectivamente, activamos las salidas “Agitador H1A1” y “Marcha H1A1” de manera permanente hasta que otro comando que diga lo contrario las anule.

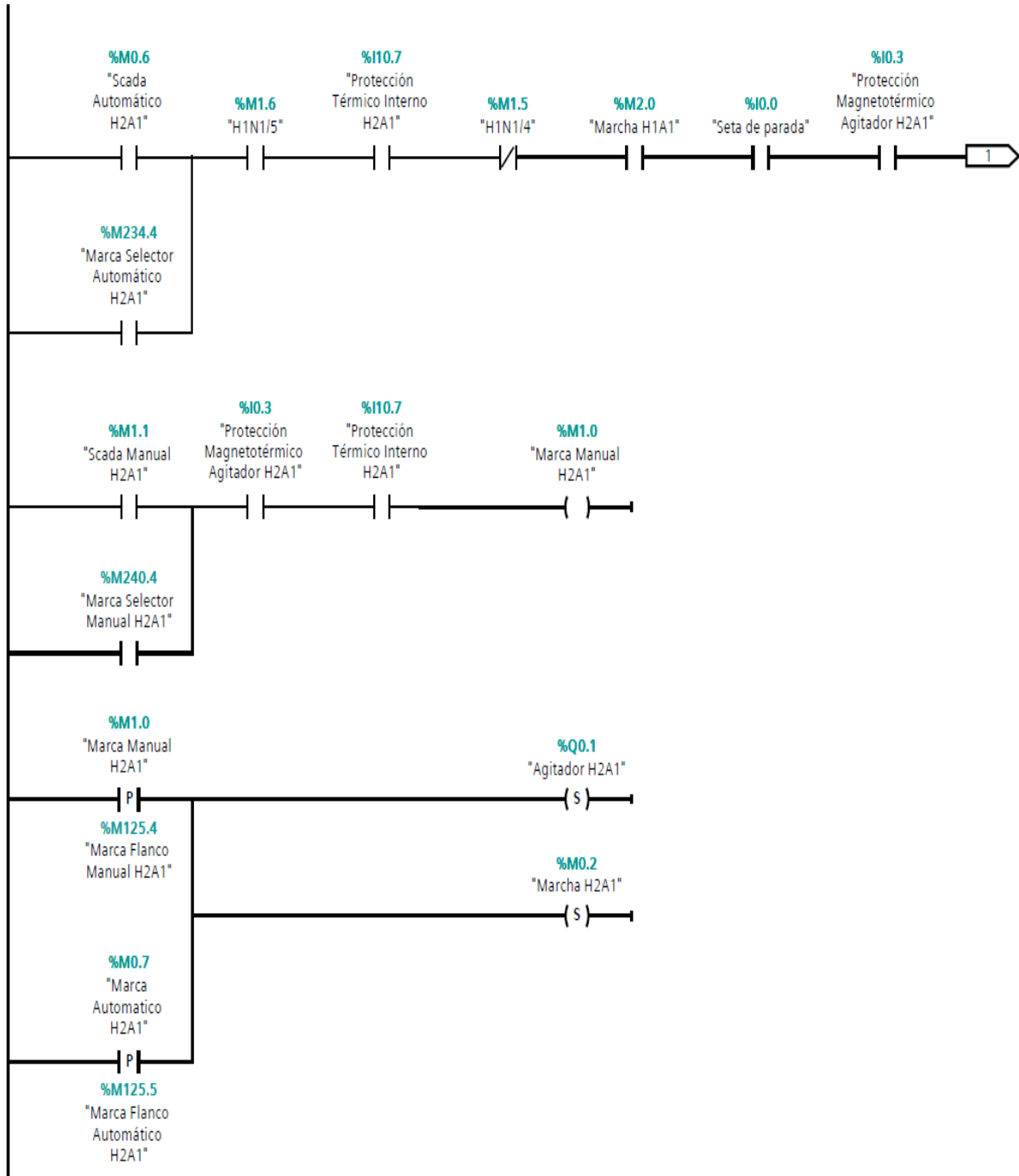
Las salidas” agitador H1A1” y “Marcha H1A1” se desactivarán cuando:

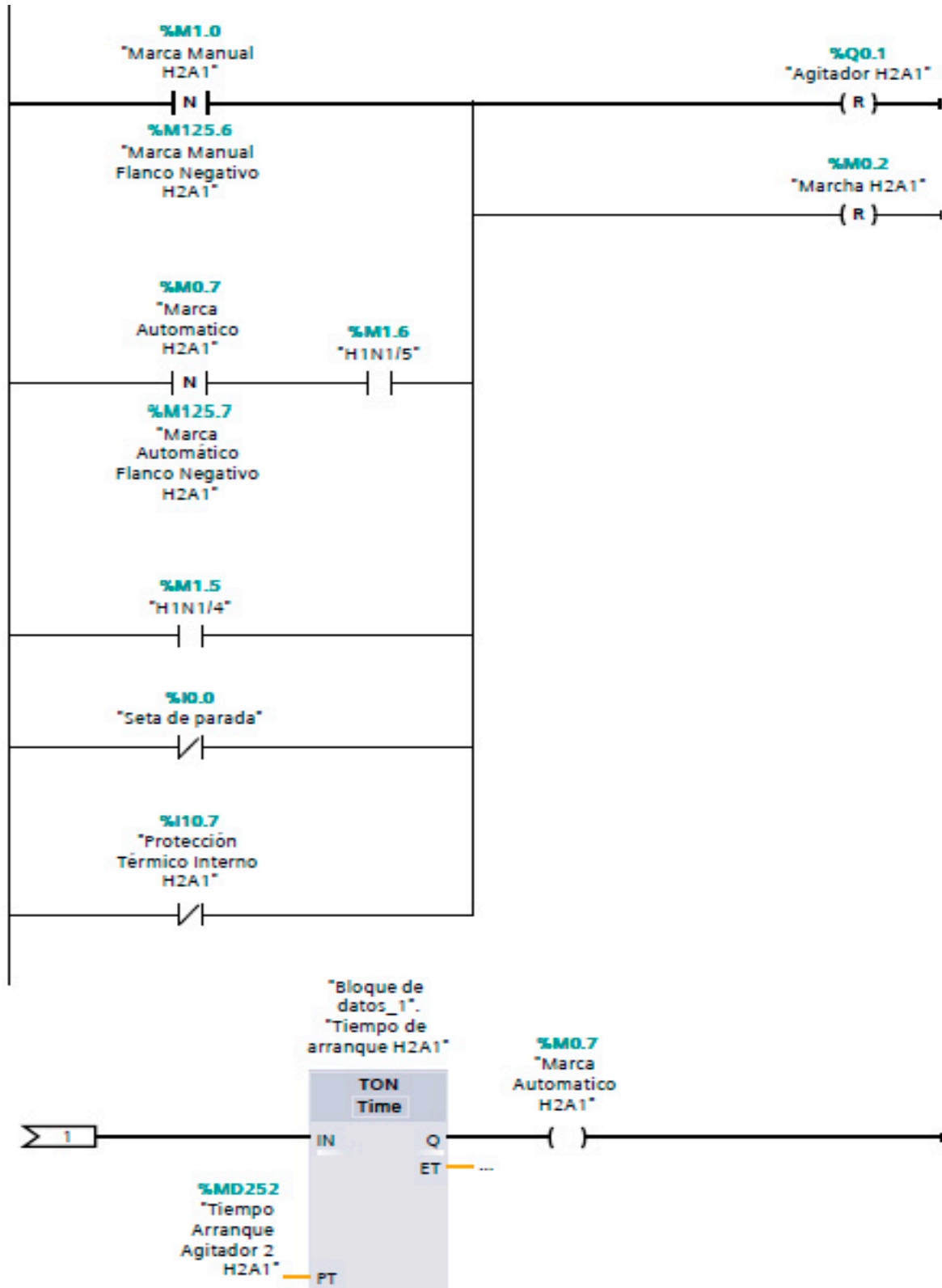
- Se detecten flancos negativos en “Marca Manual H1A1”
- Se detecte flanco negativo en “Marca H1A1 Automático” y además se active la marca de nivel H1N1/5.
- Se active la señal de nivel H1N1/4
- La “Seta de parada” corte la corriente (Valor lógico 0).
- La “Protección Térmico Interno Agitador H1A1” corte la corriente. (Valor lógico 0).

Cabe destacar que también almacenaremos el valor lógico del flanco en las variables que denominaremos como “Marca Flanco Negativo Manual H1A1” y “Marca Flanco Negativo”.



4.5.2.14) FASE DE AGITACIÓN: AGITADOR H2A1

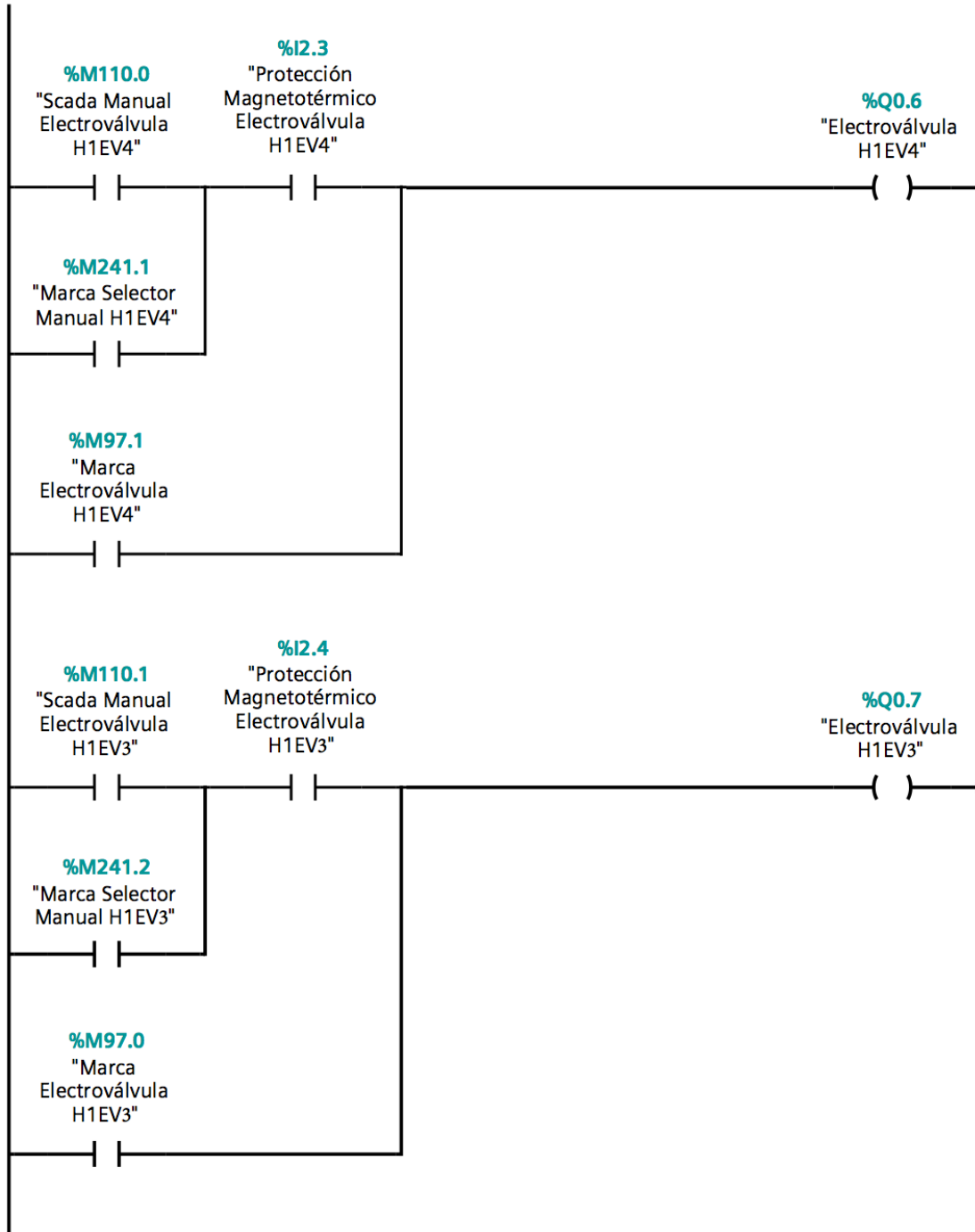




El funcionamiento es idéntico al Agitador H1A1, cambiando las siglas de éste por las del H2A1, es decir, las del agitador del segundo tanque de homogeneización.



4.5.2.15) FUNCIONAMIENTO ELECTROVÁLVULAS H1EV3 Y H1EV4



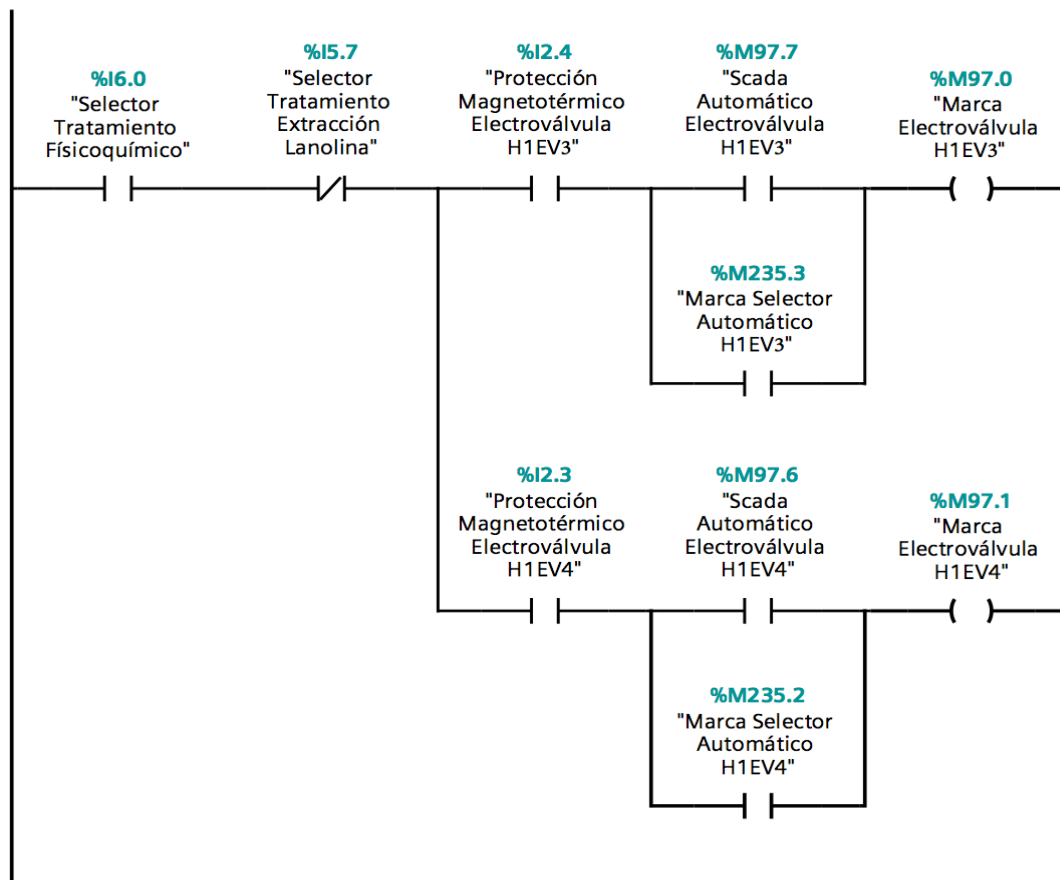


Partimos de un estado de las válvulas en las que H1EV3 se encontrará normalmente cerrada y H1EV4 se encontrará normalmente abierta. Esto hará que cuando se active la salida de la primera, se producirá la apertura de esta, inversamente a lo que ocurrirá cuando activemos la salida de la H1EV4, cerrando el paso de fluido.

Ya sea a partir del selector manual, o desde la pantalla SCADA, activaremos una u otra para que realice su apertura, siempre que el protector magnetotérmico de cada una no se encuentre en estado de corte.

Independientemente se podrá activar la salida de la electroválvula H1EV3 o H1EV4, cuando se activen las marcas de cada electroválvula.

4.5.2.16) RECUPERACIÓN DE LANOLINA O DEPURACIÓN FÍSICO-QUÍMICA





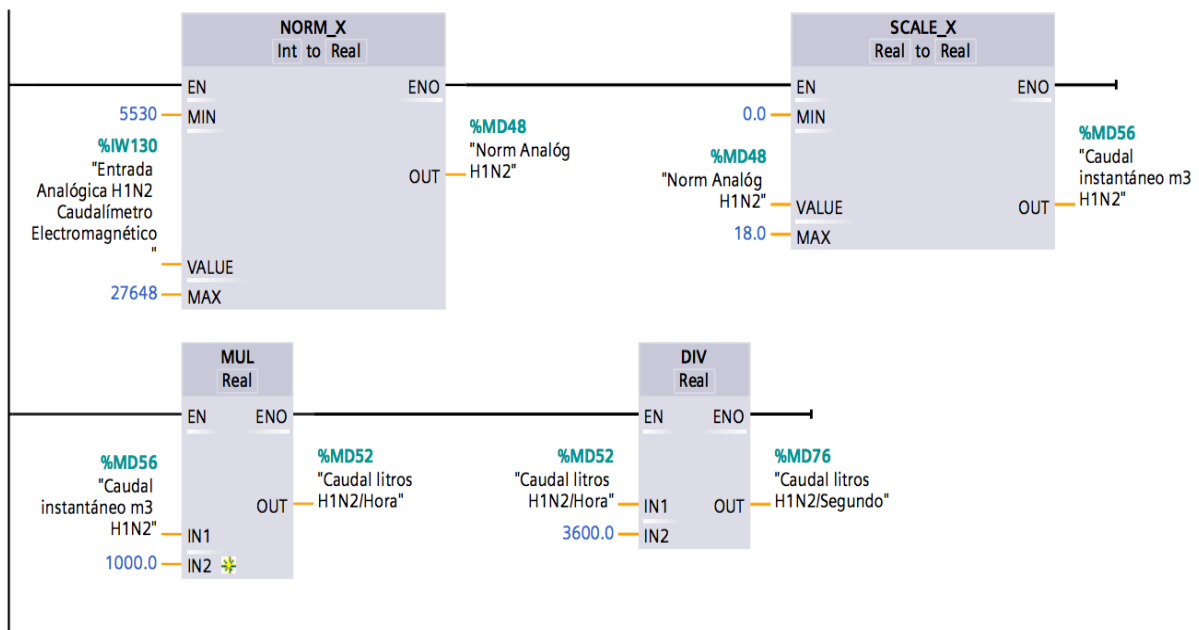
Para que las marcas H1EV3 o H1EV4 se activen será necesario:

- ✓ Selector tratamiento fisicoquímico activo (en caso de no detectarse, la electroválvula H1EV4 se encontrará normalmente abierta, por lo que el camino “predeterminado” se cumpliría).
- ✓ Selector tratamiento extracción lanolina negado (es un refuerzo a la condición anterior que evitará posibles errores puntuales).

Además, para activar “Marca Electroválvula H1EV3” será necesario bien activar el selector automático H1EV3 por pantalla o que se encuentre activa la marca del selector automático de H1EV3. Indispensable será que no se encuentre en estado de corte el protector magnetotérmico de dicha electroválvula.

Mismo tipo de funcionamiento para activar la “Marca Electroválvula H1EV4”.

4.5.2.17) REGULACIÓN DEL CAUDALÍMETRO H1N2



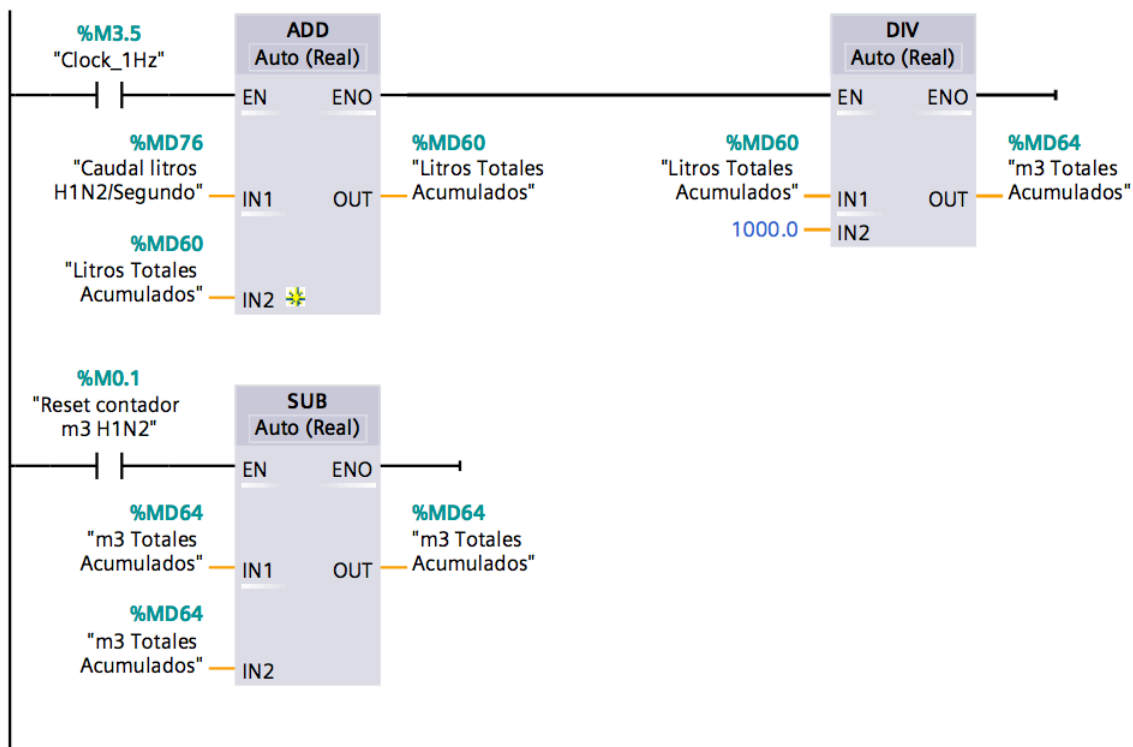


La entrada analógica que llega desde el caudalímetro electromagnético “H1N2, denominada se normaliza conociendo los valores máximo y mínimos que ofrece en su medición.

Una vez obtenido el parámetro normalizado “NormAnalóg H1N2” en la variable de tipo “Real”, escalamos esta para que nos muestre el valor que obtenemos de m³ que pasan a través de el en ese momento “Caudal instantáneo m3 H1N2” que irá desde 0 a 18 m³.

En la segunda línea de programación, introduciremos el valor obtenido anteriormente a un bloque multiplicador de modo que obtengamos a su salida un valor de caudal en litros en lugar de m³. Una vez obtenido este valor y a través de un bloque divisor, obtendremos un valor cuantificable en litros/segundos de caudal que almacenaremos en la variable “Caudal litros H1N2/segundo”.

4.5.2.18) ACUMULACIÓN DEL CAUDALÍMETRO H1N2

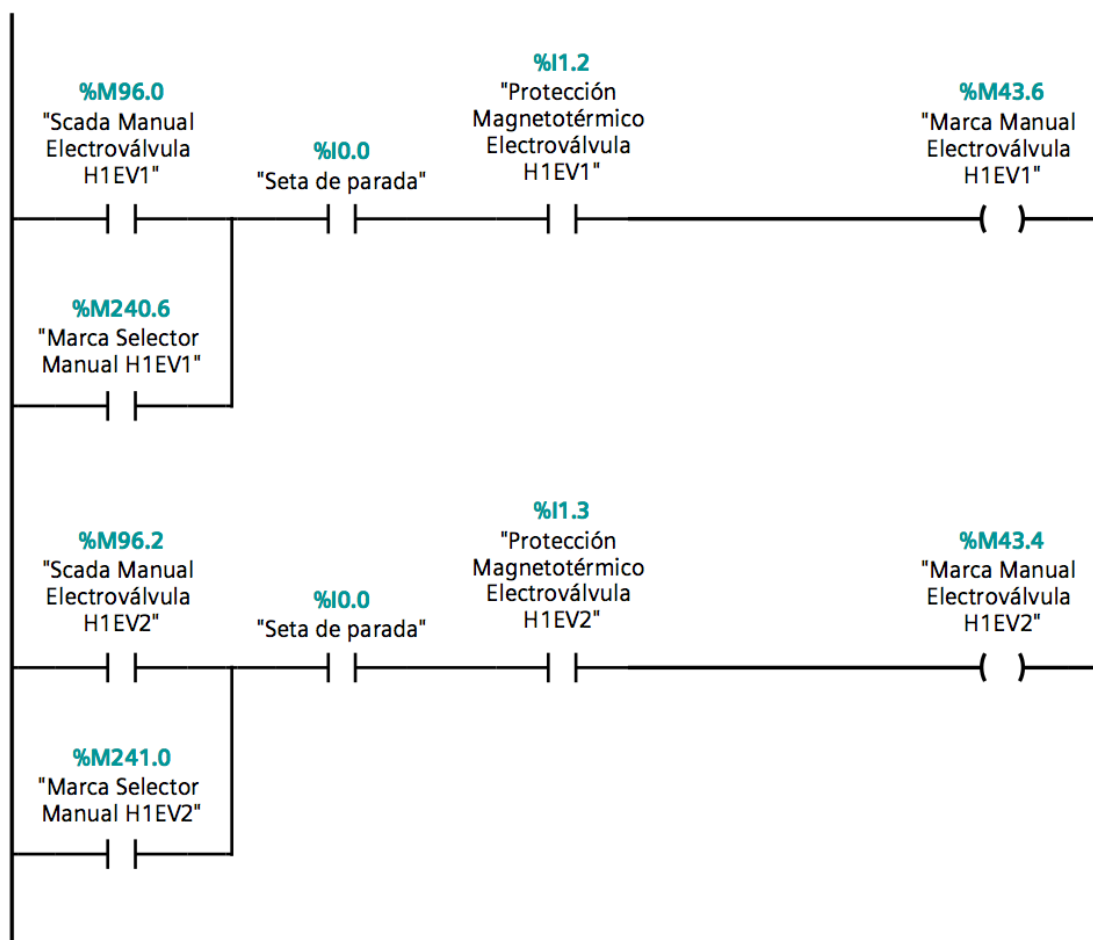




Introducimos la activación de una puerta lógica que se activará una vez por segundo (evitando un recuento exagerado) para que de esta manera cada vez que esta se active se realice la suma del “Caudal litros H1N2/segundo” junto con el valor “Litros Totales Acumulados”. A este resultado le llevaremos a un bloque divisor para obtener el valor final “m3 Totales Acumulados” en unidades de m³ como resulta lógico.

Introducimos una función reset, la cual con su activación hará que el bloque restador realice la sencilla operación de restarse a la magnitud “m3 Totales Acumulados” su mismo valor poniéndose lógicamente su valor a 0.

4.5.2.19) MANUAL ELECTROVÁLVULAS H1EV1 Y H1EV2



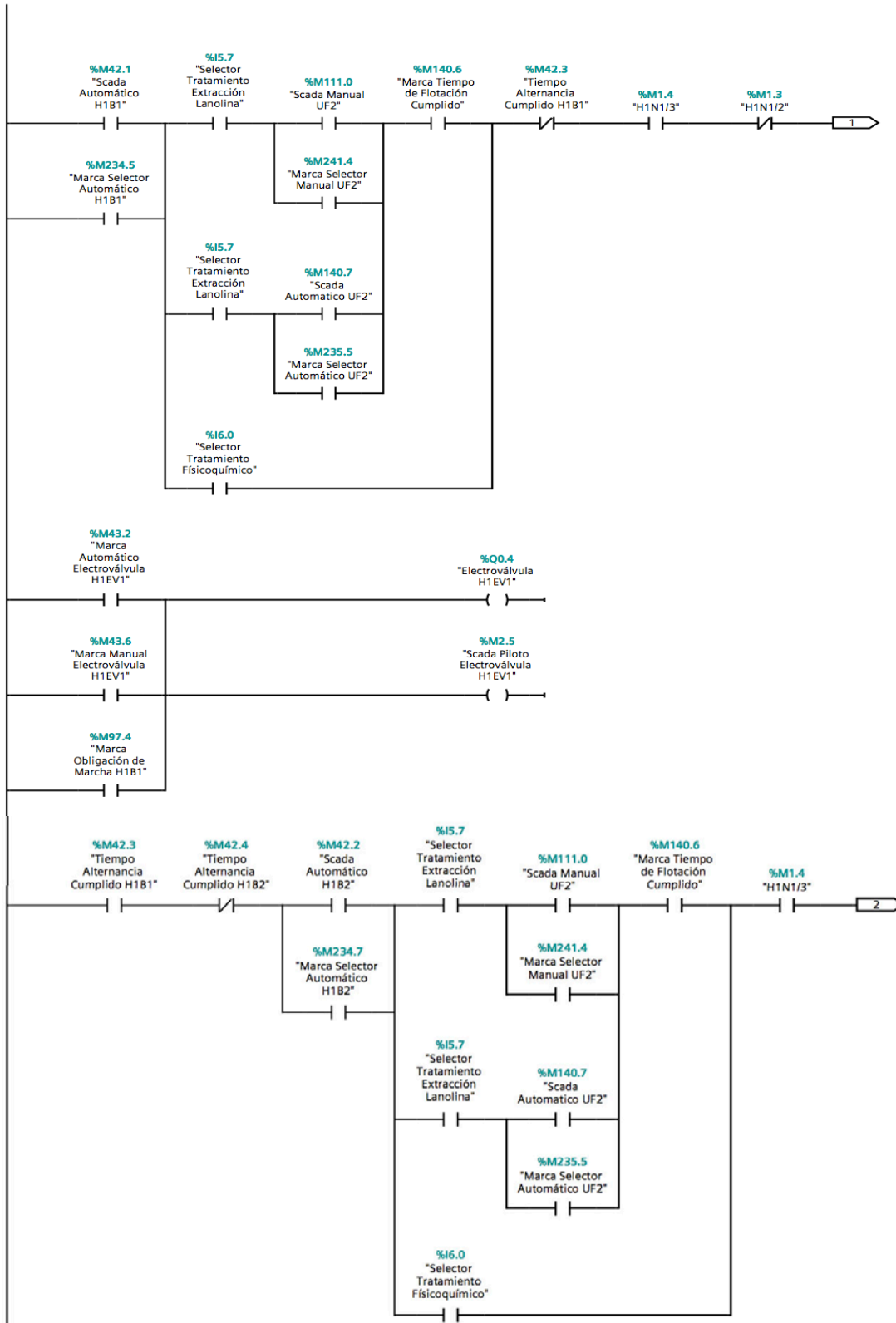


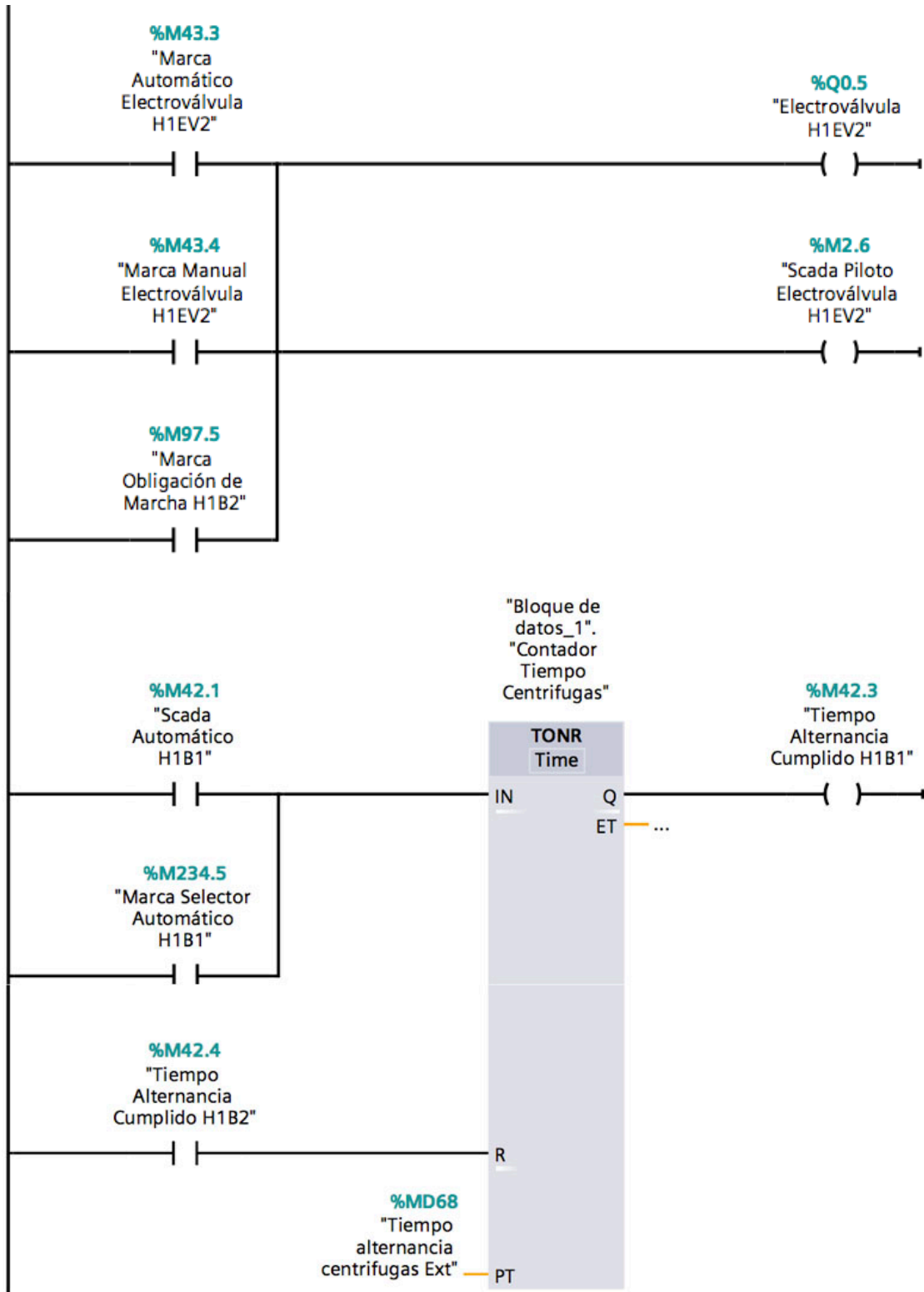
En este segmento buscamos el posible funcionamiento manual de las electroválvulas H1EV1 y H1EV2 que regulan la apertura/cierre que permiten el paso del agua, procedente del bombeo de las centrifugas H1B1 Y H1B2 mediante la activación de una marca que posibilitará el accionado de su apertura en el siguiente segmento de programación.

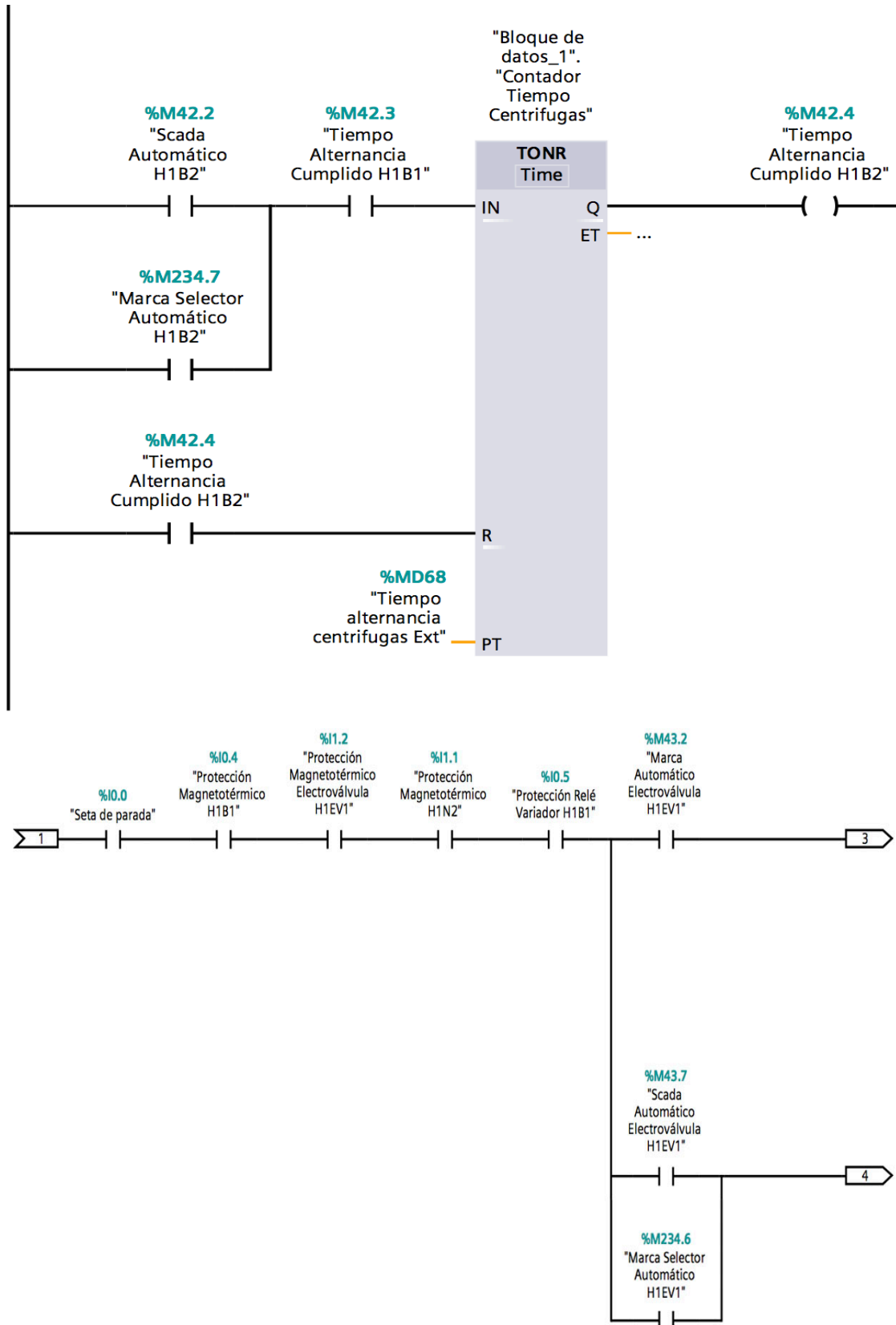
Para que se active la marca de funcionamiento manual bastará con tener activa la marca manual de cada electroválvula por pantalla desde SCADA o que la marca manual se encuentre activa. Será imprescindible como es lógico que tanto la seta de parada como el protector magneto térmico de cada una de ellas se encuentren en estado de conducción.

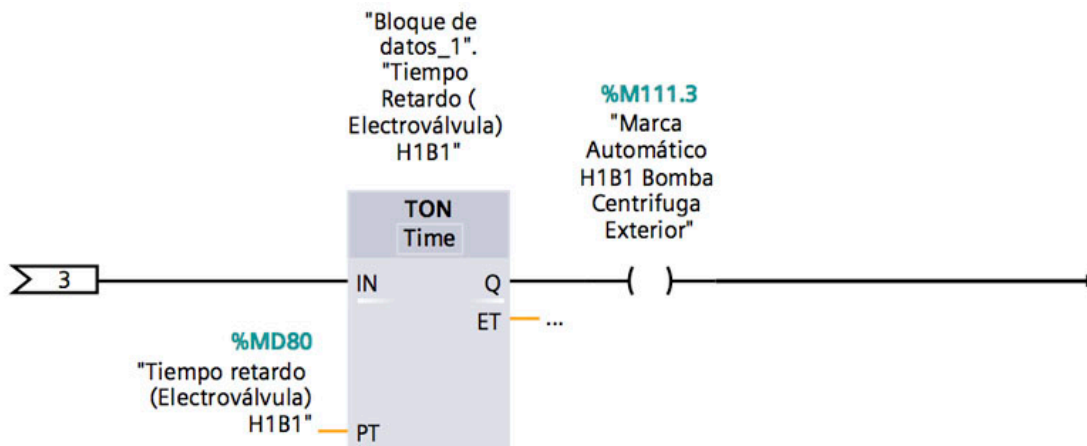
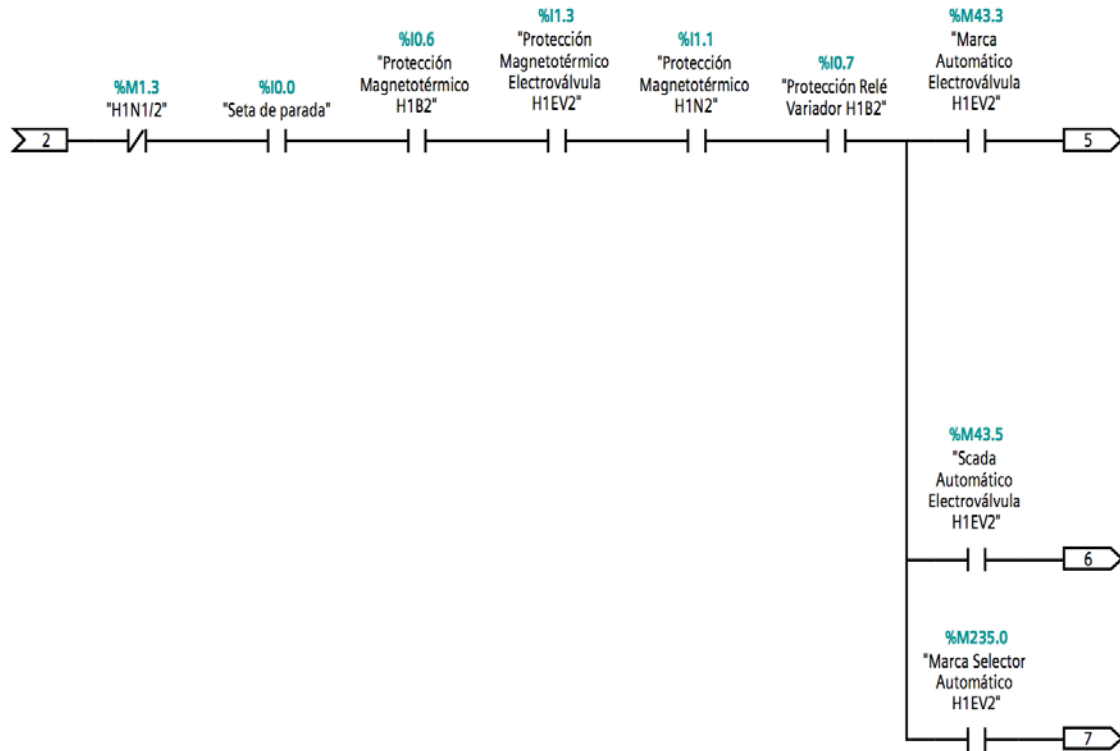


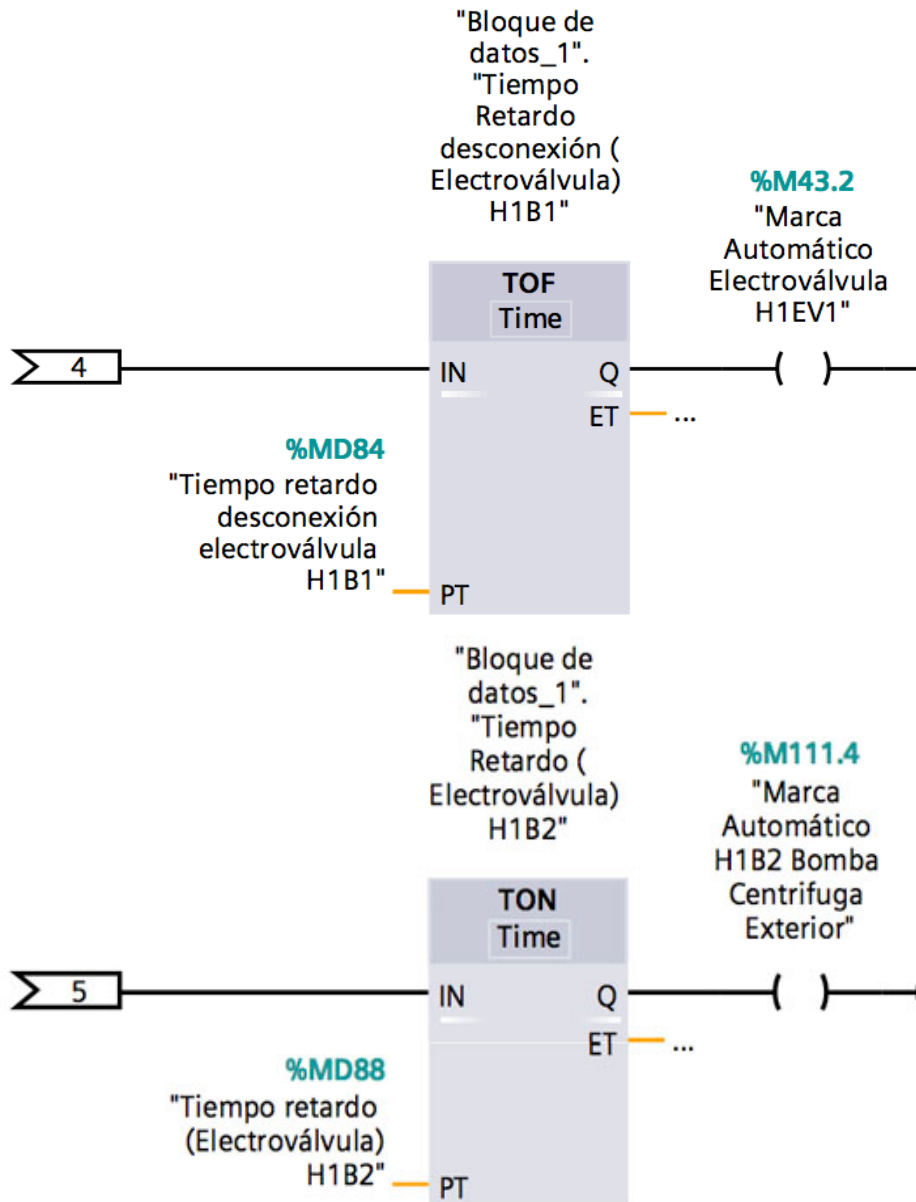
4.5.2.20) AUTOMÁTICO ALTERNANCIA BOMBAS CENTRÍFUGAS H1B1 Y H1B2

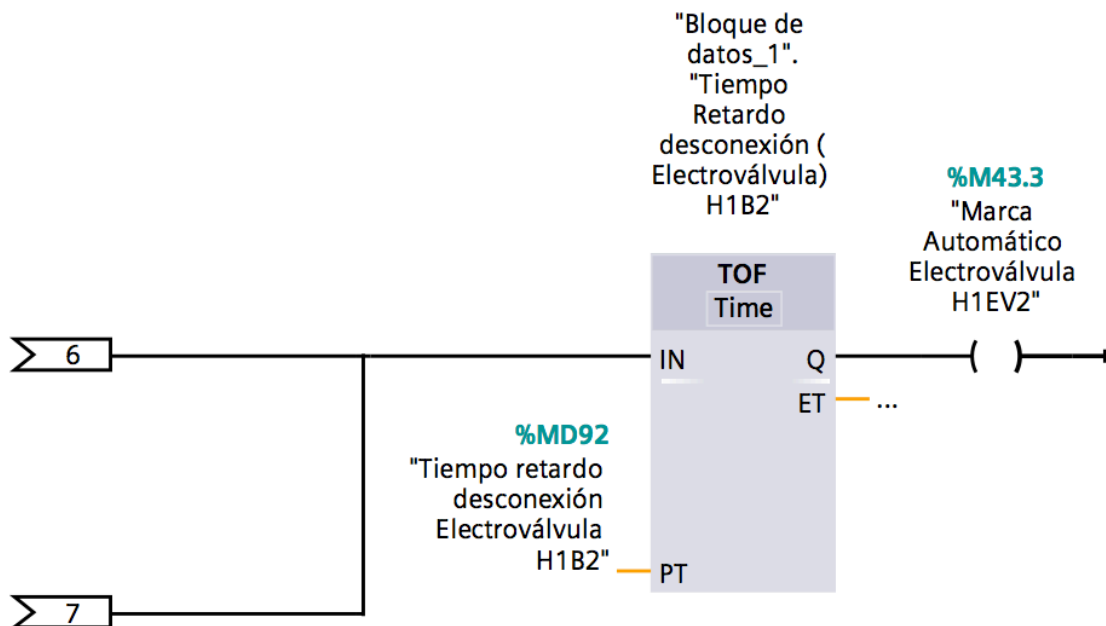












Debido a la longitud de la programación de este segmento, intentaremos explicarlo separadamente:

- En uno de los segmento completos, buscaremos la activación de:
 - 1- “Marca Automático H1B1 Bomba Centrifuga Exterior” en primer lugar, con un tiempo de retardo al encendido. Además, deberemos comprobar que se encuentra activa la “Marca Automático Electroválvula H1EV1” que será la que permita la apertura de la electroválvula que corta la salida de agua de la H1B1.
 - 2- “Marca Automatico Electroválvula H1EV1” con un tiempo de retardo al apagado. En este segundo caso, como en el primero, comprobaremos que se encuentran activadas “Scada Automático Electroválvula H1EV1” o “Marca Selector Automático H1EV1”.

Para que estas dos marcas puedan llegar a activarse, se deberán cumplir una serie de condicionantes que posibilitarán el accionamiento automático:



- ✓ Activadas “Marca Selector Automático H1B1” o “Scada Automático H1B1”, que servirá como marca de selección del modo automático.

- ✓ Activadas cualquiera de las siguientes rutas:
 - “Selector Tratamiento Extracción Lanolina”; “Scada Manual UF2” o “Marca Selector Manual UF2”; “Marca Tiempo de Flotación Cumplido”. Nos servirá para comprobar que necesitaremos el bombeo para llevar el agua hasta el siguiente proceso en la depuración hasta obtener la lanolina, que no es otro que el de la unidad de fangos 2. Además, comprobaremos que dicha unidad de fangos está preparada para su funcionamiento en modo manual y que ya ha cumplido el tiempo de flotación, por lo que necesitará nueva entrada de agua a tratar.
 - “Selector Tratamiento Extracción Lanolina”; “Scada Automático UF2” o “Marca Selector Automático UF2”; “Marca Tiempo de Flotación Cumplido”. Nos servirá para comprobar que necesitaremos el bombeo para llevar el agua hasta el siguiente proceso en la depuración hasta obtener la lanolina, que no es otro que el de la unidad de fangos 2. Además, comprobaremos que dicha unidad de fangos está preparada para su funcionamiento en modo automático y que ya ha cumplido el tiempo de flotación, por lo que necesitará nueva entrada de agua a tratar.
 - “Selector Tratamiento Físicoquímico”. El agua tomará el camino que ya existía antes de la ampliación de la depuradora. Para ello, el bombeo se activará para que el agua residual llegue al depósito físico-químico.



- ✓ “Tiempo Alternancia Cumplido H1B1” negado, puesto que la activación de este sólo servirá para cortar dicha bomba, pudiendo comenzar la segunda bomba colocada en paralelo con esta.

 - ✓ “H1N1/3” activada y “H1N1/2” desactivada, para comprobar que los niveles de los tanques homogeneizadores se encuentran correctamente, evitando que la bomba funcione en vacío.

 - ✓ “Seta de parada”, “Protección Magnetotérmico H1B1”, “Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV1”, “Protección Magnetotérmico H1N2” y “Protección Relé Variador H1B1” todos en conducción (activadas sus respectivas señales de entrada).
-
- Por otro lado y como otro de los segmentos principales, de manera similar al anteriormente explicado, activaremos las marcas:
 - 1- “Marca Automático H1B2 Bomba Centrífuga Exterior”, encargada de permitir la conexión de forma automática de ésta con un tiempo de retardo al encendido. Comprobaremos la activación de “Marca Automático Electroválvula H1EV2” que permitirá el paso del agua a través del bombeo de la bomba antes de activar dicha marca.
 - 2- “Marca Automático Electroválvula H2EV2” con tiempo de retardo al apagado. Para llegar a activarse encontraremos como condiciones la activación de “Scada Automático Electroválvula H1EV2” o “Marca Selector Automático H1EV2” que servirán para corroborar el permiso individual de los componentes para el funcionamiento automático.



Para poder activar cualquiera de estas dos marcas, antes deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- ✓ “Tiempo Alternancia Cumplido H1B1” activado y “Tiempo Alternancia Cumplido H1B2” desactivado. La activación del primero indica que ha transcurrido un tiempo prefijado, después del cual desactivaremos la bomba H1B1. La segunda condición tendrá como fin el desactivar las correspondientes marcas automáticas cuando se cumpla el tiempo de funcionamiento que fijemos para H1B2.
- ✓ “Scada Automático H1B2” o “Marca Selector Automático H1B2”, que servirá como marca de selección del modo automático.
- ✓ Activadas cualquiera de las siguientes rutas:
 - “Selector Tratamiento Extracción Lanolina”; “Scada Manual UF2” o “Marca Selector Manual UF2”; “Marca Tiempo de Flotación Cumplido”. De forma idénticamente a la activación de la H1B1. Servirá para comprobar que necesitaremos el bombeo para llevar el agua hasta el siguiente proceso en la depuración hasta obtener la lanolina. Además, comprobaremos que la unidad de fangos 2 está preparada para su funcionamiento en modo manual y que ya ha cumplido el tiempo de flotación, por lo que necesitará nueva entrada de agua a tratar.
 - “Selector Tratamiento Extracción Lanolina”; “Scada Automático UF2” o “Marca Selector Automático UF2”; “Marca Tiempo de Flotación Cumplido”. Nos servirá para comprobar que necesitaremos el bombeo para llevar el agua hasta el siguiente proceso en la depuración hasta obtener la lanolina, que no es otro que el de la unidad de



fangos 2. Además, comprobaremos que dicha unidad de fangos está preparada para su funcionamiento en modo automático y que ya ha cumplido el tiempo de flotación, por lo que necesitará nueva entrada de agua a tratar.

- “Selector Tratamiento Físicoquímico”. El agua deberá ser bombeada hasta llegar al depósito físico-químico.

- ✓ “H1N1/3” activada y “H1N1/2” desactivada, para comprobar que los niveles de los tanques homogeneizadores se encuentran correctamente, evitando que la bomba funcione en vacío.

- ✓ “Seta de parada”, “Protección Magnetotérmico H1B2”, “Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV2”, “Protección Magnetotérmico H1N2” y “Protección Relé Variador H1B2” todos en en conducción (activadas sus respectivas señales de entrada).

- El siguiente “grupo” de programación que explicaremos en este segmento, es el que se encargara de activar las salidas “Electroválvula H1EV1” y “Scada Piloto Electroválvula H1EV1”, de manera que estas se van a encontrar activadas (**electroválvula abierta**) cuando se cumplan una de las siguientes condiciones:
 - 1- “Marca Automático Electroválvula H1EV1”
 - 2- “Marca Manual Electroválvula H1EV1”
 - 3- “Marca Obligación de Marcha H1B1”

- Idénticamente al anterior, encontramos el grupo encargado de activar “Electroválvula H1EV2” y “Scada Piloto Electroválvula H1EV2”, activándose cuando se cumpla alguna de las siguientes condiciones activas:
 - 1- “Marca Automático Electroválvula H1EV1”
 - 2- “Marca Manual Electroválvula H1EV1”
 - 3- “Marca Obligación de Marcha H1B1”



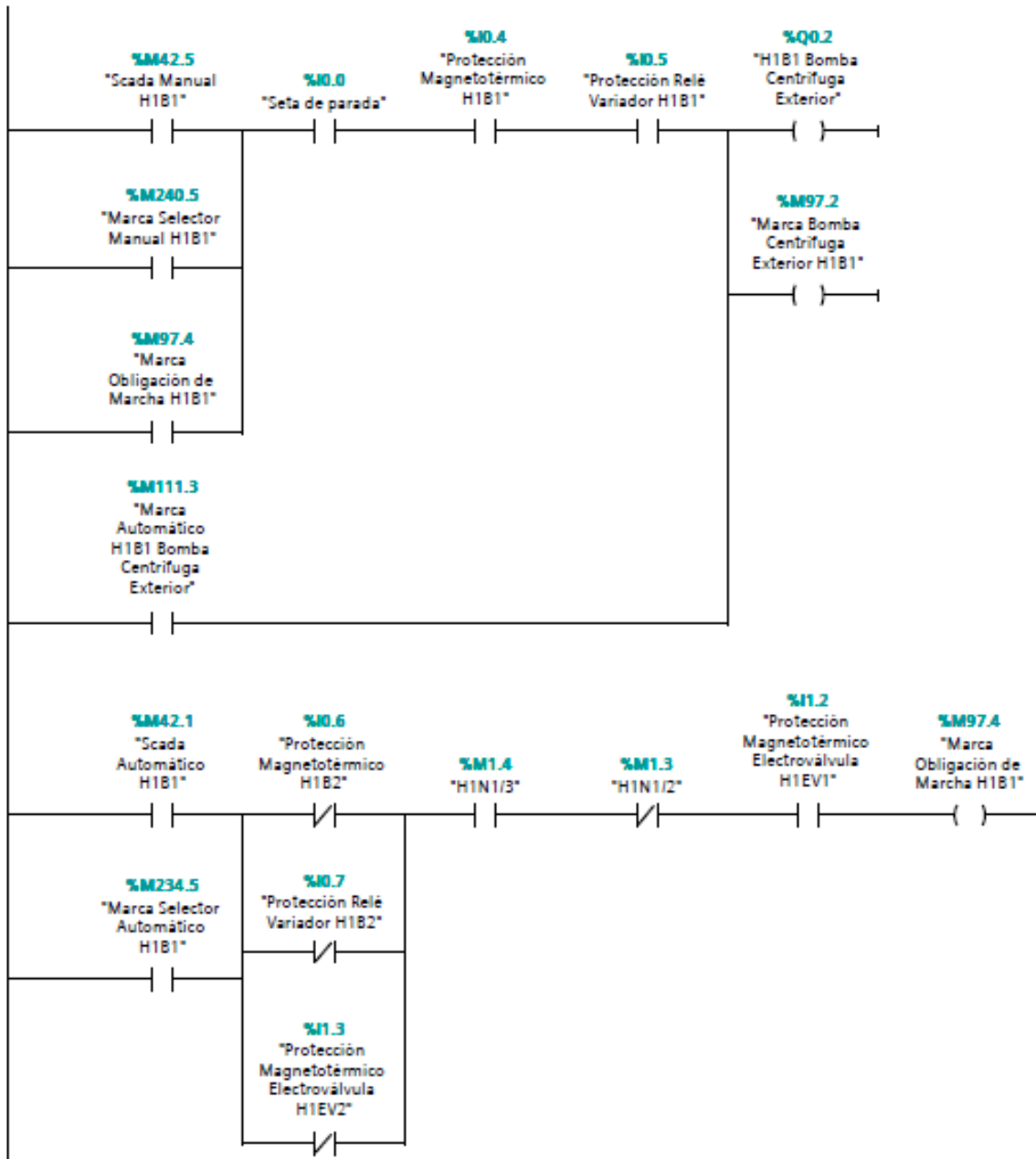
- Por último encontramos los bloques destinados a la activación de las marcas “Tiempo Alternancia Cumplido H1B1” y “Tiempo Alternancia Cumplido H1B2”. Estas señales se activarán a través de su respectivos contadores, los cuales comenzará cuando sus entradas IN se activen. Una vez activos, cada uno activará su salida cuando se cumpla un tiempo prefijado en la variable “Tiempo alternancia centrifugas Ext”.

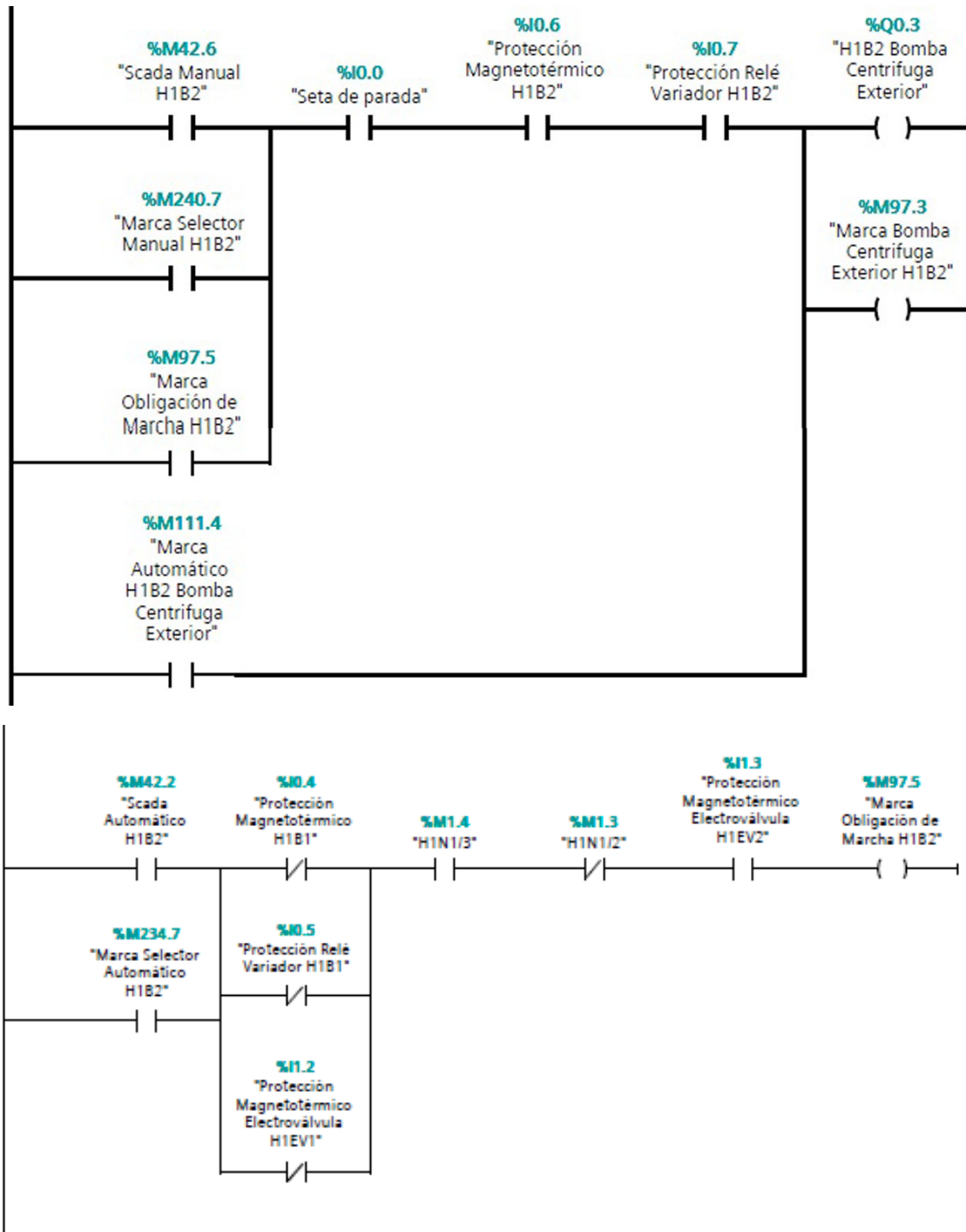
El contador que activa “Tiempo Alternancia Cumplido H1B1” comenzará cuando se detecte: “Scada Automático H1B1” o en su defecto “Marca Selector Automático H1B1”. Por su parte colocaremos un Reset para que el contador vuelva a comenzar su contaje que se realizará al activarse “Tiempo Alternancia Cumplido H1B2”.

El segundo contador sólo comenzará su contaje cuando se encuentren activos “Tiempo Alternancia Cumplido H1B1” e indistintamente encontremos cualquiera de las siguientes marcas activas: “Scada Automático H1B2” o “Marca Selector Automático H1B2”. Su Reset también se producirá cuando se active “Tiempo Alternancia Cumplido H1B2”, y su tiempo de contaje será el almacenado en la variable “Tiempo alternancia centrifugas Ext” también.



4.5.2.21) ACTIVACIÓN BOMBAS CENTRÍFUGAS H1B1 Y H1B2 (INCLUIDO OBLIGACIÓN DE MARCHA DE UNA BOMBA POR AVERÍA DE SU HOMÓNIMA Y ACTIVACIÓN MANUAL)





En primer lugar tenemos la activación de la bomba H1B1 a través de diferentes posibilidades que explicaremos a continuación, dando la señal de activación a las salidas “H1B1 Bomba Centrífuga Exterior” y “Marca Bomba Centrífuga Exterior H1B1”. Para conseguir su activación por lo tanto podemos tener diferentes posibilidades:



- ✓ Cuando las siguientes señales se encuentran activas: “Scada Manual H1B1”; “Seta de parada”; “Protección Magnetotérmico H1B1”; “Protección Relé Variador H1B1”.

Explicándolo de una manera simple, tenemos que activando la señal manual desde Scada, y siempre que los instrumentos de protección se encuentren en estado de conducción (entradas activas), podremos activar tanto la salida, como la correspondiente marca de la bomba H1B1.

- ✓ Cuando las siguientes señales se encuentran activas: “Marca Selector Manual H1B1”; “Seta de parada”; “Protección Magnetotérmico H1B1”; “Protección Relé Variador H1B1”.

Al igual que en el anterior caso, si los sistemas de protección no se encuentran en estado de corte, podremos activar la salida y la marca de salida de la bomba H1B1 si activamos el Selector Manual H1B1 manualmente.

- ✓ Cuando las siguientes señales se encuentran activas: “Marca Obligación de Marcha H1B1”; “Seta de parada”; “Protección Magnetotérmico H1B1”; “Protección Relé Variador H1B1”.

Identicamente a los casos anteriores, pero en lugar de una activación manual, ya sea por pantalla o mediante selector, en esta ocasión la bomba se activará siempre que se encuentre activa la “Marca Obligación de Marcha H1B1”.

En un segundo bloque encontramos la forma en la que se activa la “Marca Obligación de Marcha H1B1” a la que antes hacíamos referencia. Esta marca, nos servirá para que la estación de bombeo siempre que la necesitemos funcione. Para ello, y sabiendo que hemos colocado dos bombas diferentes, en caso de que una no pueda arrancar, cederá la responsabilidad de marcha a la otra hasta que se pueda reparar. La forma de conseguirlo es bastante simple, y para el caso de activación dicha marca para H1B1, simplemente tendrá que cumplir:

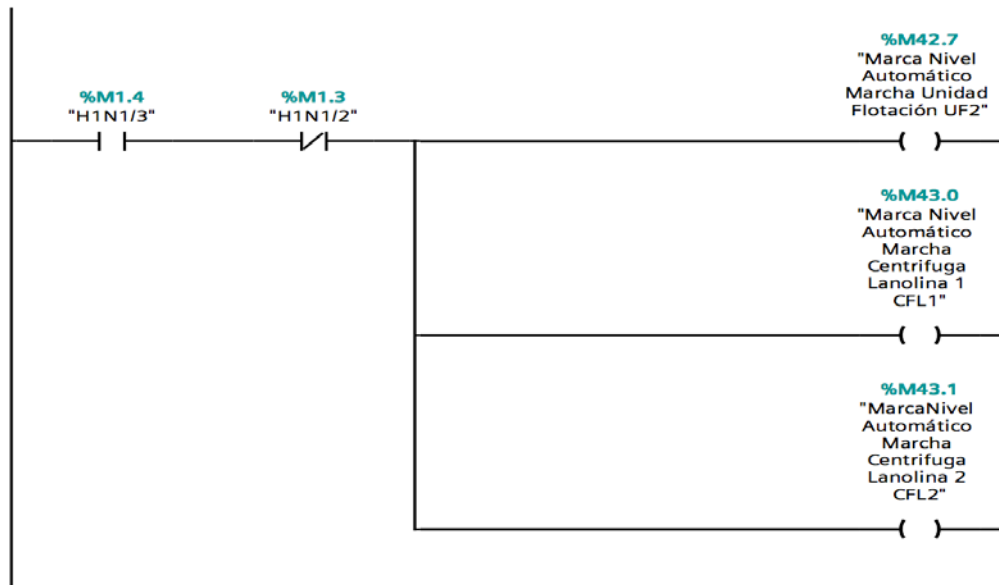


- ✓ Activadas las señales “Scada Automático H1B1” o “Marca Selector Automático H1B1”, para corroborar el gestionamiento de forma autónoma del programa.
- ✓ “H1N1/3” activa y “H1N1/2” desactivada, para cerciorarse de unos niveles de agua a tratar en el tanque y no arrancar en vacío o cuando los depósitos están casi vacíos.
- ✓ “Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV1” de modo que la válvula no tenga ningún problema para abrir y cerrar cuando la bomba conecte/desconecte.
- ✓ “Protección Magnetotérmico H1B2,” Protección Relé Variador H1B2”, “Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV2”. Esta es una de las condiciones más características, ya que es precisamente cuando el programa detecta que la bomba H1B2 no puede arrancar, cuando activaremos la obligación de la bomba que se encuentra en paralelo a ella; en este caso H1B1.

De manera completamente idéntica, pero a la inversa, encontramos la programación en otros dos bloques diferenciables de la bomba H1B2. Funcionará de la misma manera por lo tanto, y no es otra cosa que una “copia” a la inversa del programa anterior.



4.5.2.22) NIVEL MARCHA Y PARO DE UNIDAD DE FLOTACIÓN Y CENTRÍFUGA



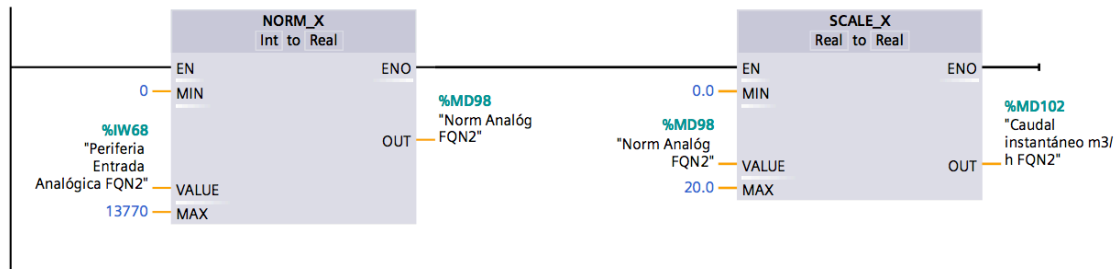
Al activarse el nivel H1N1/3, y reforzando esta condición con el negado de H1N1/2, activamos 3 marcas de forma simultanea:

- Marca Nivel Automático marcha Unidad Flotación UF2
- Marca Nivel Automático Marcha Centrífuga Lanolina 1 CFL1
- Marca Nivel Automático Marcha Centrífuga Lanolina 2 CFL2

Con estas tres marcas activas, se dará permiso al comienzo del funcionamiento automático tanto de la unidad de flotación 2 "UF2", como de las centrífugas encargadas de la producción de lanolina 1 y 2 "CFL1 Y CFL2".



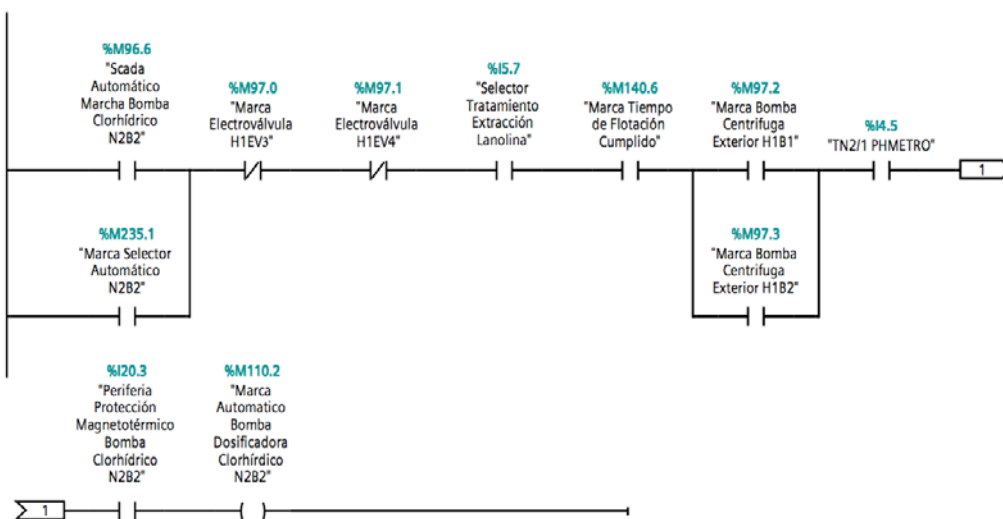
4.5.2.23) REGULACIÓN DE NIVEL FQN2 (TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO)



Introduciendo la señal analógica procedente de este medidor, y conociendo los valores máximos y mínimos que devuelve, podemos obtener una señal del tipo Real normalizada que llamaremos “NormAnalóg FQN2” mediante el bloque NORM_X.

La señal obtenida, será escalada entre los valores 0 y 20 en el segundo bloque, de manera que almacenaremos la variable de salida “Caudal instantáneo m3/h FQN2” obteniendo así el caudal en m³/h que entran al depósito físico-químico.

4.5.2.24) AUTOMÁTICO DOSIFICADORA CLORHÍDRICO N2B2 EN FLOCULADOR





El fin de este segmento será el de la activación de una señal “Marca automático Bomba Dosificadora Clorhídrico N2B2”, la cual nos permitirá posteriormente activar la dosificación del polielectrolito

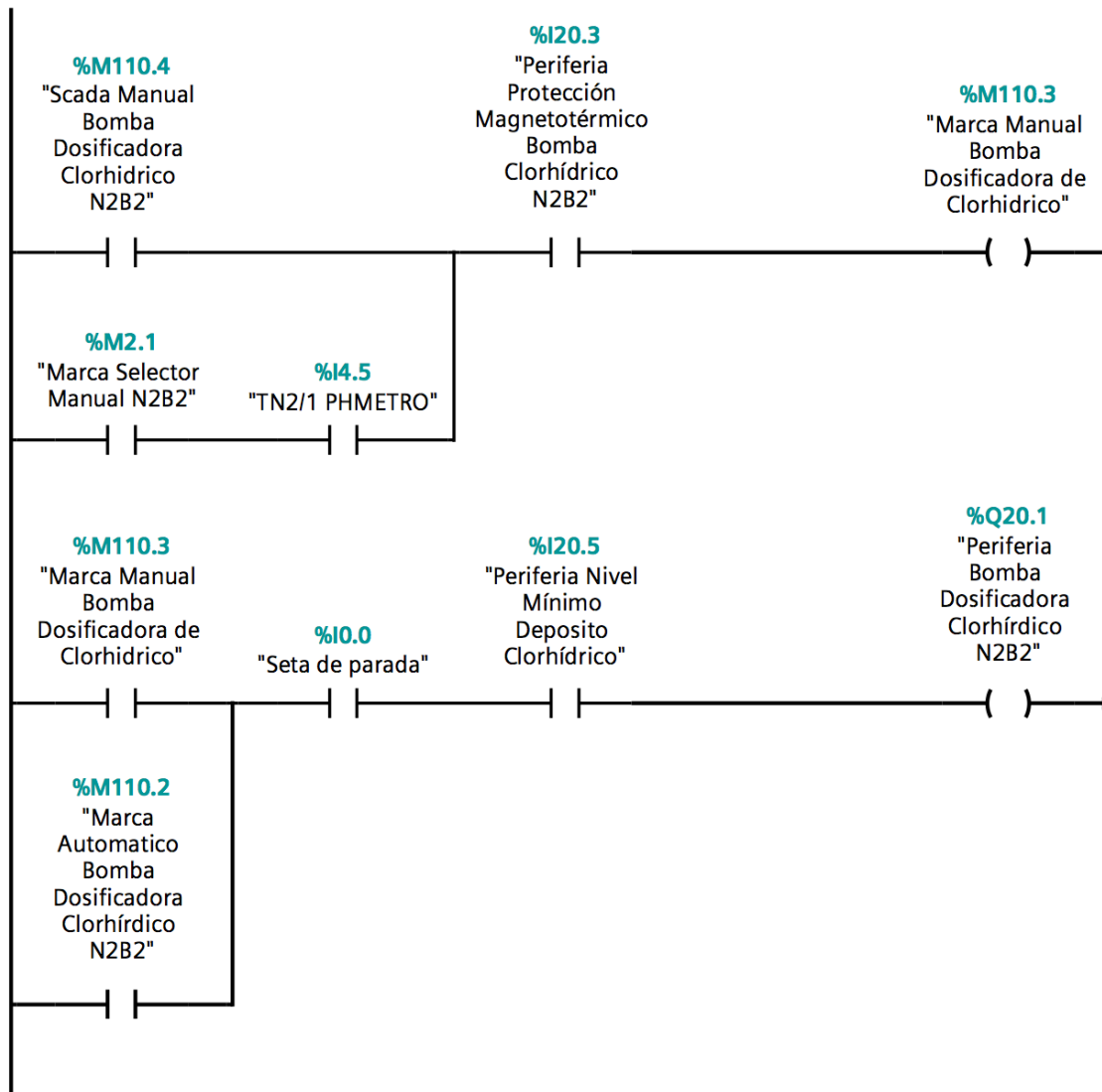
Al detectarse la activación de la señal “Scada Automático Marcha Bomba Clorhídrico N2B2” por pantalla SCADA, o la Marca Selector Automático N2B2” indistintamente, dará comienzo el proceso. Es después cuando comenzarán a chequear las condiciones siguientes:

- Marca Electroválvula H1EV3 Y H1EV4 deberán estar negadas (funcionamiento normalmente abierto para H1EV4 y normalmente cerrado para H1EV3).
- “Selector tratamiento extracción de lanolina” activo.
- “Marca tiempo de flotación cumplido activa”. (La explicaremos en su momento en el segmento correspondiente al funcionamiento de UF2).
- “Marca Bomba Centrífuga Exterior H1B1 o H1B2” activa (la condición es que al menos una esté activa).
- “TN2/1 PHMETRO” activo. Para explicar esto, será necesario citar que el Phmetro FLN1 colocado en el floculador tiene en su funcionamiento 2 relés. Uno (TN2/1) nos servirá para que se active cuando el valor de PH leído sea inferior al que marquemos para su activación. El otro relé (TN2/2) lo utilizaremos como alarma de falta de ácido clorhídrico en el floculador.
- Magnetotérmico “Periferia Protección Magnetotérmico Bomba Clorhídrico N2B2” activo.

Una vez cumplidas las condiciones, se activará la marca a la que hacíamos referencia.



4.5.2.25) MANUAL Y ACTIVACIÓN DOSIFICADORA CLORHÍDRICO N2B2 EN FLOCULADOR



En la primera nos servirá para activar la marca “Marca Manual Bomba Dosificadora de Clorhídrico” al cumplirse las siguientes condiciones:

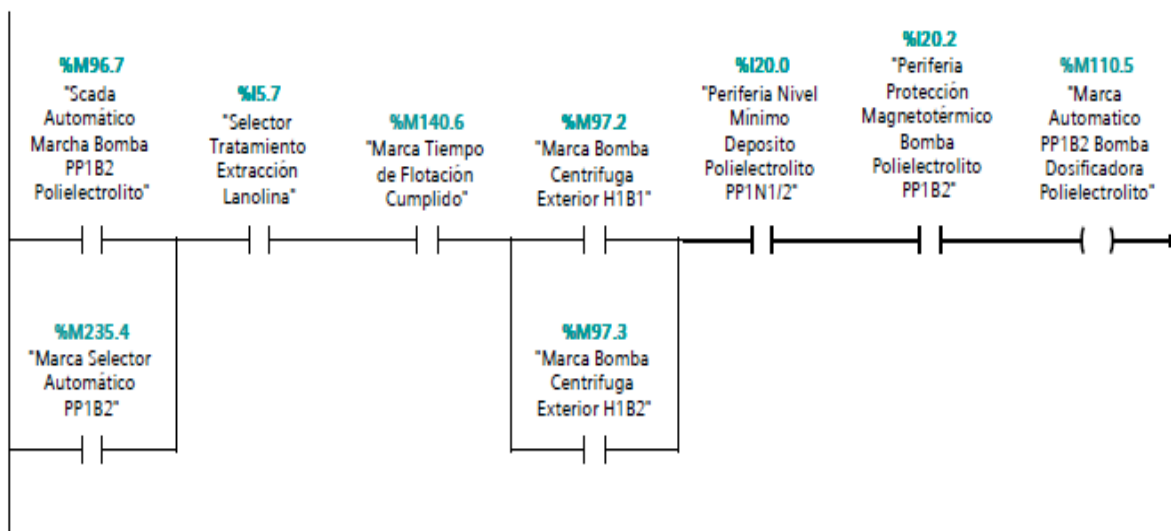
- Activación de “Scada Manual Bomba Dosificadora Clorhídrico N2B2” desde pantalla, o en su defecto la activación de “Marca Selector Manual N2B2” y “TN2\1 PHMETRO”.



- “Periferia Protección Magnetotérmico Bomba Clorhídrico N2B2” activo.

En la segunda, activaremos la salida de la bomba dosificadora como tal, siempre y cuando se encuentren activas las marcas manual o automática indistintamente. Siempre será indispensable además, que tanto la seta de parada se encuentre en conducción, como que se encuentre activo el sensor que indica el nivel mínimo de ácido clorhídrico en el depósito. Cumplidas estas condiciones, se activará la bomba dosificadora.

4.5.2.26) AUTOMÁTICO DOSIFICADORA POLIELECTROLITO PP1B2 EN FLOCULADOR



Siguiendo un procedimiento similar al de la bomba dosificadora de clorhídrico N2B2, el segmento automático nos servirá simplemente para activar la “Marca Automático PP1B2 Bomba Dosificadora Polielectrolito”, permitiendo así la activación de su funcionamiento al reconocer dicha marca activa.

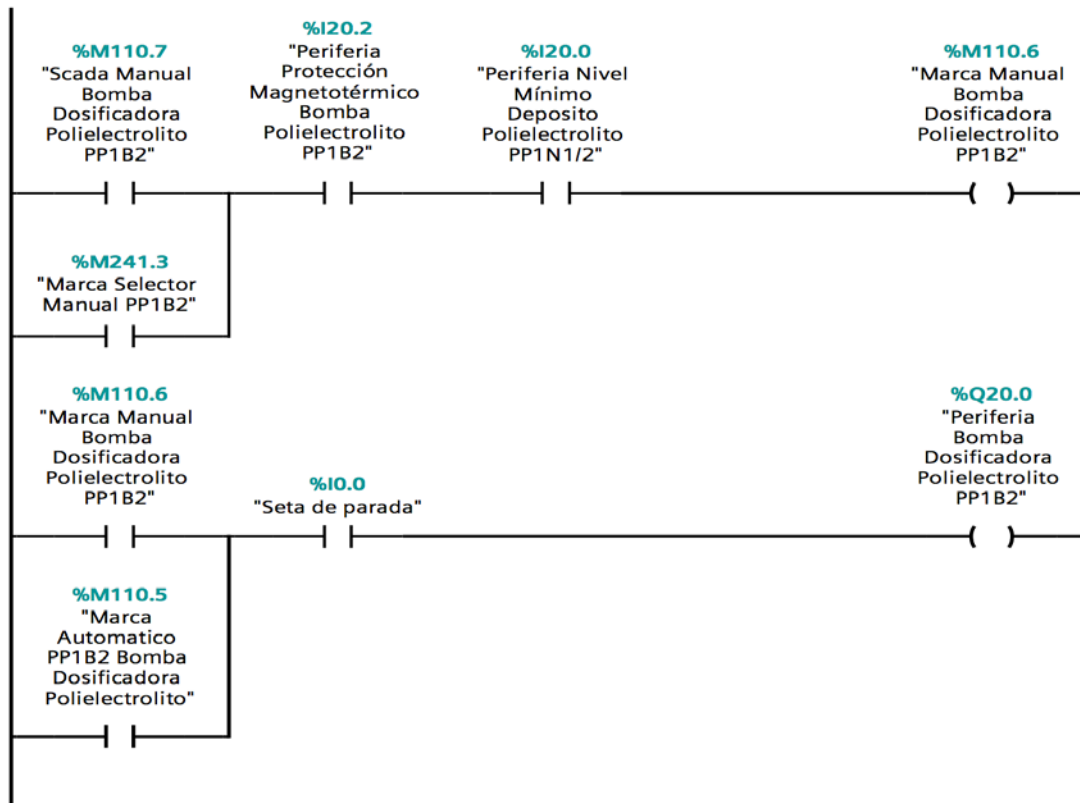


Para la activación de la marca, se deberá cumplir:

- “Scada Automático Marcha Bomba PP1B2 Polielectrolito” activa, o “Marca Selector Automático PP1B2” activa.
- Deberá encontrarse seleccionado el “Selector Tratamiento Extracción Lanolina”.
- “Marca Tiempo de Flotación Cumplido” activa, al igual que en el caso anterior .
- “Marca Bomba Centrífuga Exterior H1B1” activa, o en su defecto “Marca Centrífuga Exterior H1B2” activa.
- Como condición imprescindible, encontramos también que el sensor “Periferia Nivel Mínimo Depósito Polielectrolito PP1N1/2” no se desactive (Este sensor se activa cuando el nivel baja de la altura a la que está colocado).
- “Periferia Protección MagnetotérmicoBomaPolielectrolito PP1B2” no se encuentre en estado de corte.



4.5.2.27) MANUAL Y ACTIVACIÓN BOMBA DOSIFICADORA POLIELECTROLITO PP1B2 EN FLOCULADOR



En este segmento, tendremos dos partes diferenciadas.

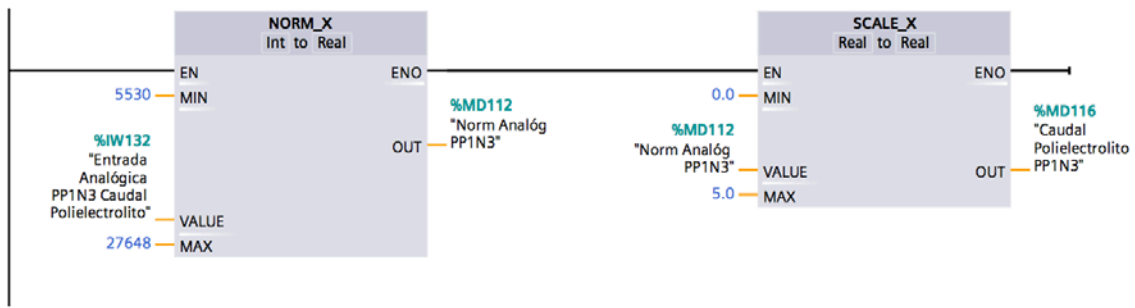
La primera nos servirá para activar la marca "Marca Manual Bomba Dosificadora Polielectrolito PP1B2" al cumplirse las siguientes condiciones:

- Activación de "Scada Manual Bomba Dosificadora Polielectrolito PP1B2" desde pantalla, o en su defecto la activación de "Marca Selector Manual PP1B2".
- "Periferia Protección Magnetotérmico Bomba Clorhídrico N2B2" activo.
- "Periferia Nivel Mínimo Deposito Polielectrolito PP1N1/2" se encuentre activo (es decir, el depósito de polielectrolito no se encuentre al mínimo).
- Periferia de Protección Magnetotérmico Bomba Polielectrolito PP1B2".



En la segunda, activaremos la salida de la bomba dosificadora como tal, siempre y cuando se encuentren activas las marcas manual o automática indistintamente. Siempre será indispensable además, que la seta de parada se encuentre en conducción. Cumplidas estas condiciones, se activará la bomba dosificadora “Periferia Bomba Dosificadora Polielectrolito “PP1B2”

4.5.2.28) REGULACIÓN CAUDALÍMETRO PP1N3 DE POLIELECTROLITO

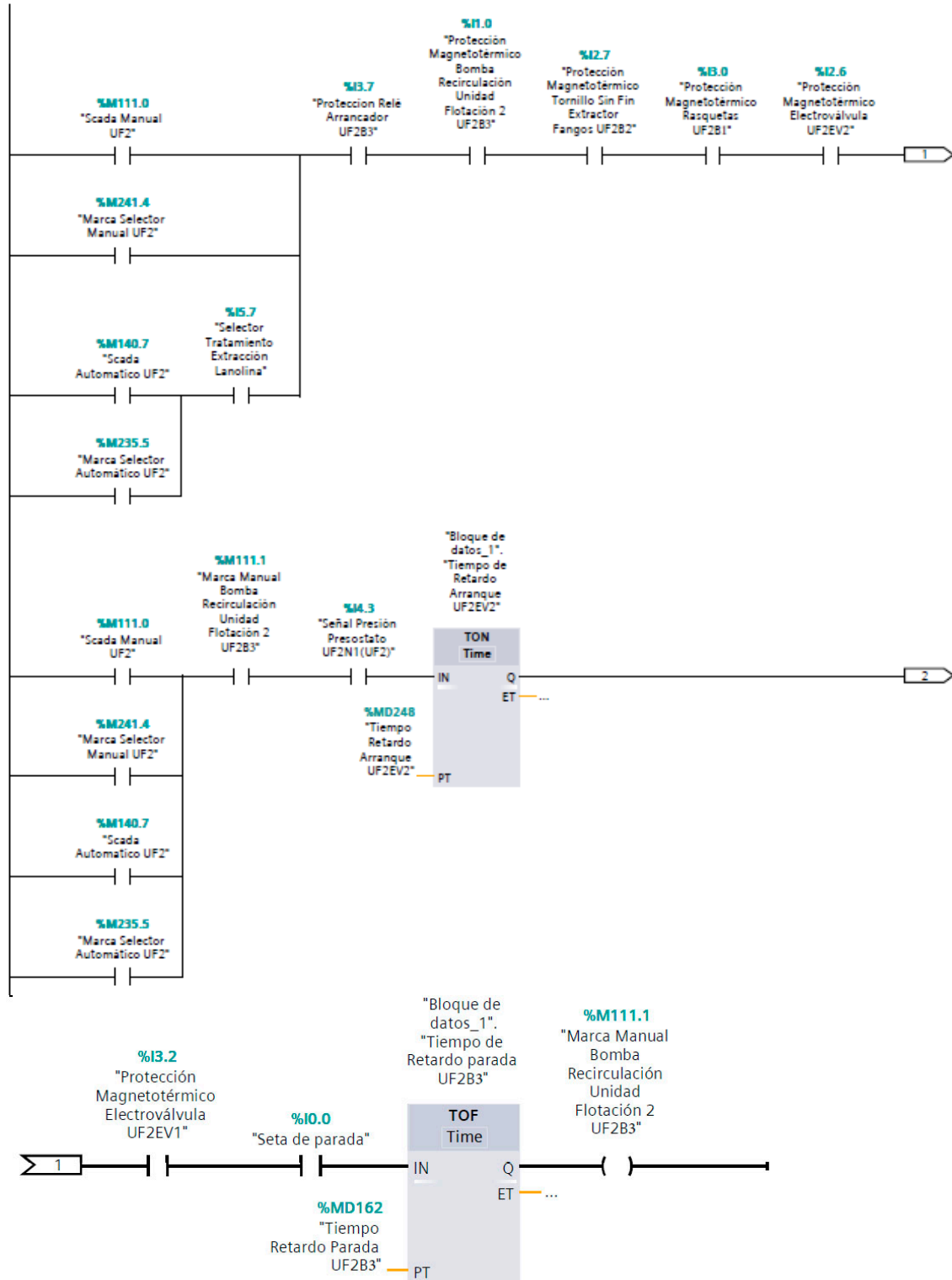


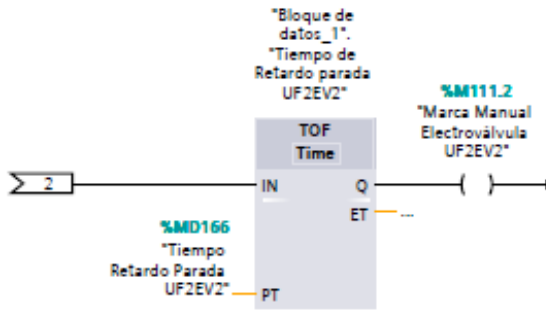
Conociendo los valores máximos y mínimos que es capaz de devolver el caudalímetro, introducimos estos junto con la señal analógica procedente del sensor en el primer bloque, obteniendo así una salida del formato “Real” normalizada que llamaremos “NormAnalóg PP1N3”.

Esta última señal la escalaremos entre 0 y 5 m³, de manera que obtengamos éste dato en el valor instantáneo de m³/hora en la variable “Caudal Polielectrolito PP1N3”



4.5.2.29) UNIDAD DE FLOTACIÓN 2; ACTIVACIÓN MARCA BOMBA RECIRCULACIÓN UF2B3 Y ELECTROVÁLVULA UF2EV2





Diferenciamos dos partes:

- La primera nos servirá para activar activar una marca que denominaremos manual para la UF2B3, de manera que esta marca se encargará de su activación en la correspondiente línea de comando.

Para ello, además de que todos los protectores magnetotérmicos que forman parte de la UF2 estén en conducción (a pesar de estar actuando sobre UF2B3, será necesario tomar todas las protecciones de la UF2, tomando cada una de las partes que la componen como una unidad en su funcionamiento), así como los protectores de relé y setas de parada, serán necesarias que se activen por alguno de los siguientes caminos:

- 1- “Scada Manual UF2”
- 2- “Marca Selector Manual UF2”
- 3- “Scada Automático UF2” o “Marca Selector Automático UF2” y “Selector Tratamiento Extracción Lanolina”

Esta marca, una vez activada, tendrá asociada un bloque de retardo a la desconexión, de tal manera que cuando alguna de las condiciones no se cumplan, la bomba de recirculación tendrá un “Tiempo Retardo Parada UF2B3” prefijado antes de su desconexión.



- La segunda parte, asociada directamente a la bomba de recirculación UF2B3, se encargará de controlar la electroválvula asociada. Esta válvula, también tendrá un tiempo de retardo a la desconexión que denominaremos “Tiempo Retardo Parada UF2EV2”.

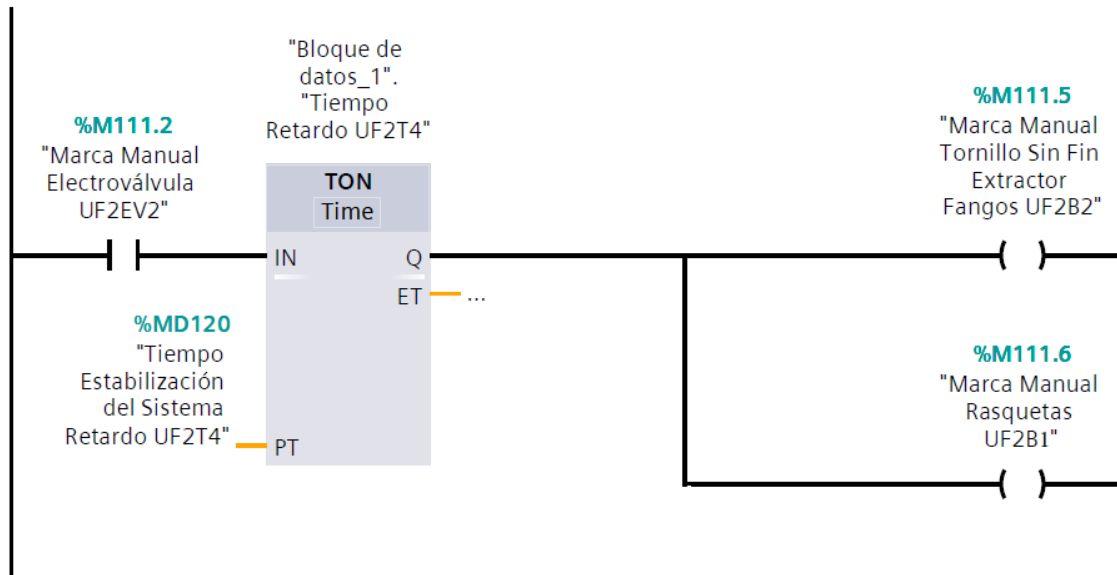
En este caso, además se incluirá otro bloque de retardo al arranque con un “Tiempo Retardo Arranque UF2EV2” que nos servirá para que la bomba haga recircular el agua a tratar y llegue a un punto de funcionamiento adecuado antes de introducir el aire a presión en la bomba (sistema de aireación de la unidad de fangos 2).

Para que la marca dedicada a la activación de la electroválvula se pueda activar se deberá cumplir antes:

- 1- “Scada Manual UF2” o “Marca Selector Manual UF2” o “Scada Automático UF2” o “Marca Selector Automático UF2”.
- 2- “Marca Manual Bomba Recirculación Unidad Flotación 2 UF2B3” (que no es otra que la marca de funcionamiento explicada en el punto anterior de este segmento de programación).
- 3- “Señal Presión Presostato UF2N1 (UF2)” (Esta señal de entrada irá gobernada por un relé colocado directamente en el presostato que se activará cuando la cifra de presión sea la mínima indicada).



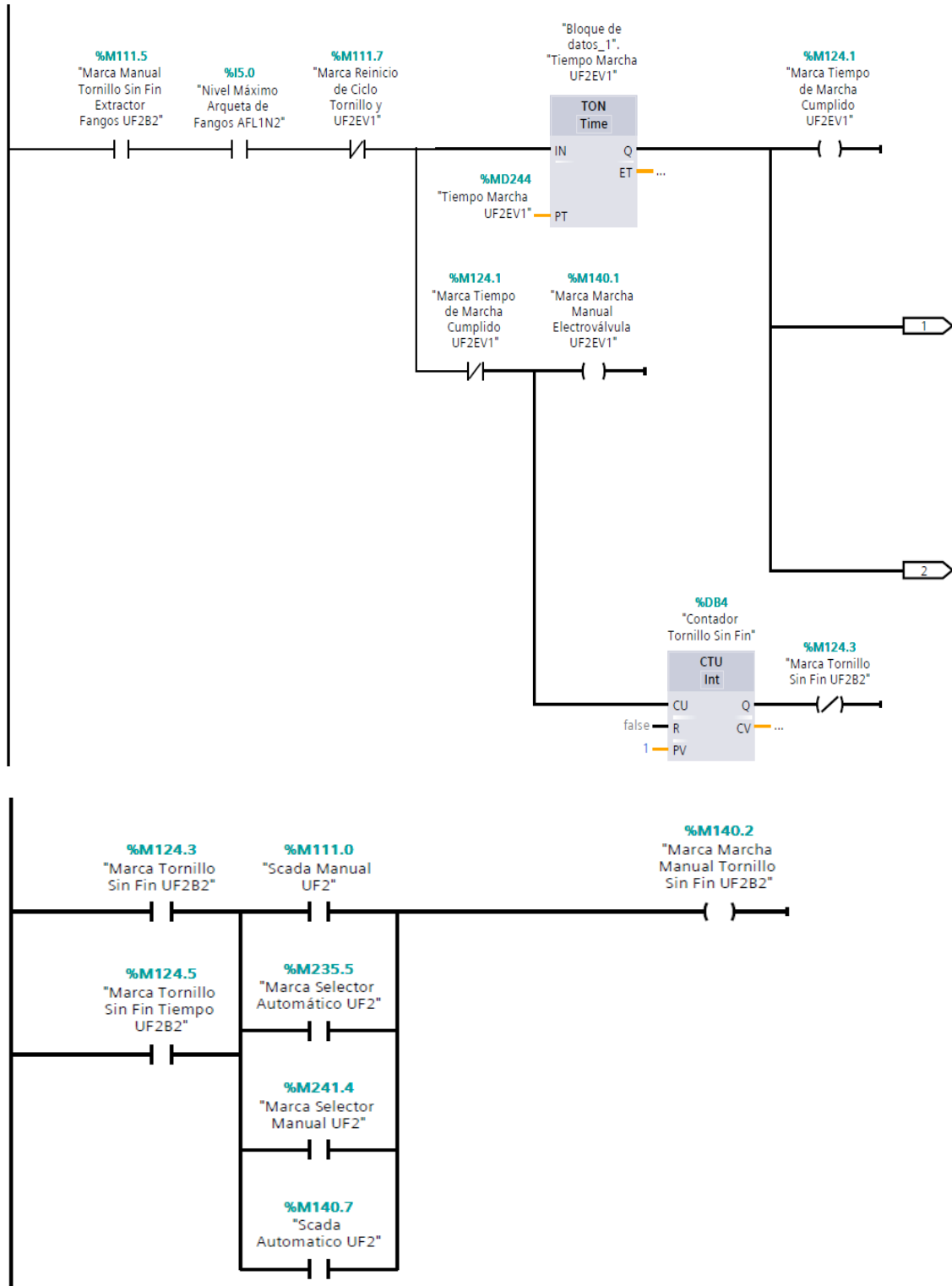
4.5.2.30) UNIDAD DE FLOTACIÓN 2; ACTIVACIÓN MARCA ACTIVACIÓN TORNILLO EXTRACCIÓN DE FANGOS UF2B2 Y RASQUETAS UF2B1

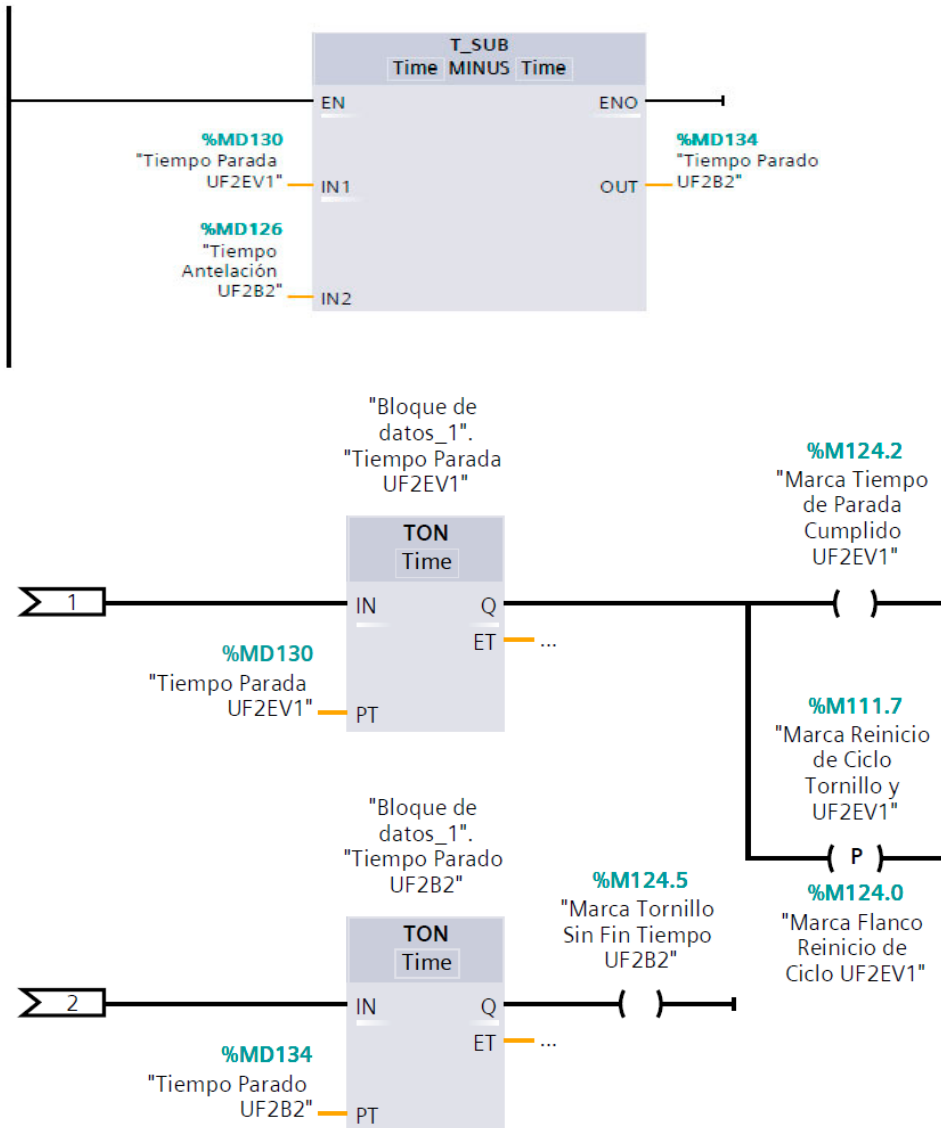


La activación de estas dos señales será muy sencilla, y puesto que las vinculamos la activación de la electroválvula UF2EV2 (está se activa cuando se cumplen todas las medidas de seguridad y además transcurrido un tiempo de estabilización hasta que el sistema puede empezar a trabajar), no será necesario más que colocar un tiempo de retardo al encendido “Tiempo Estabilización del Siestema Retardo UF2T4” el cual fijaremos según comprobemos a partir de cuánto tiempo la UF2 consigue llevar a la superficie una cantidad suficiente de grasa para que las rasquetas comiencen a retirarla, así como depositarse una cantidad de fangos lo suficientemente amplia como para activar el sin fin extractor sin desechar agua (potencial lanolina).



4.5.2.31) MANUAL/TEMPORIZACIÓN TORNILLO EXTRACCIÓN DE FANGOS Y ELECTROVÁLVULA UF2EV1





El funcionamiento/activación final del tornillo sin fin, lo vemos en el segundo bloque de comandos. Una vez detectamos la “Marca Tornillo Sin Fin UF2B2” o “Marca Tornillo Sin Fin Tiempo UF2B2” (las explicaremos posteriormente), y siempre que se encuentre activa alguna de las siguientes:

- ✓ “Scada Manual UF2”, “Marca Selector Automático UF2”, “Marca Selector Manual UF2” o “Scada Automático UF2”

Activaremos la marca que se encargará de finalmente activar la salida del tornillo sin fin.



Para explicar el funcionamiento automático temporizado, nos fijaremos en la primera parte, así como el bloque sub, el cual realizará una resta entre “Tiempo Parada UF2EV1” y “Tiempo Antelación UF2B2” el cual marcaremos nosotros mismos. El resultado de esta diferencia se verá reflejado en la variable final “Tiempo Parado UF2B2”.

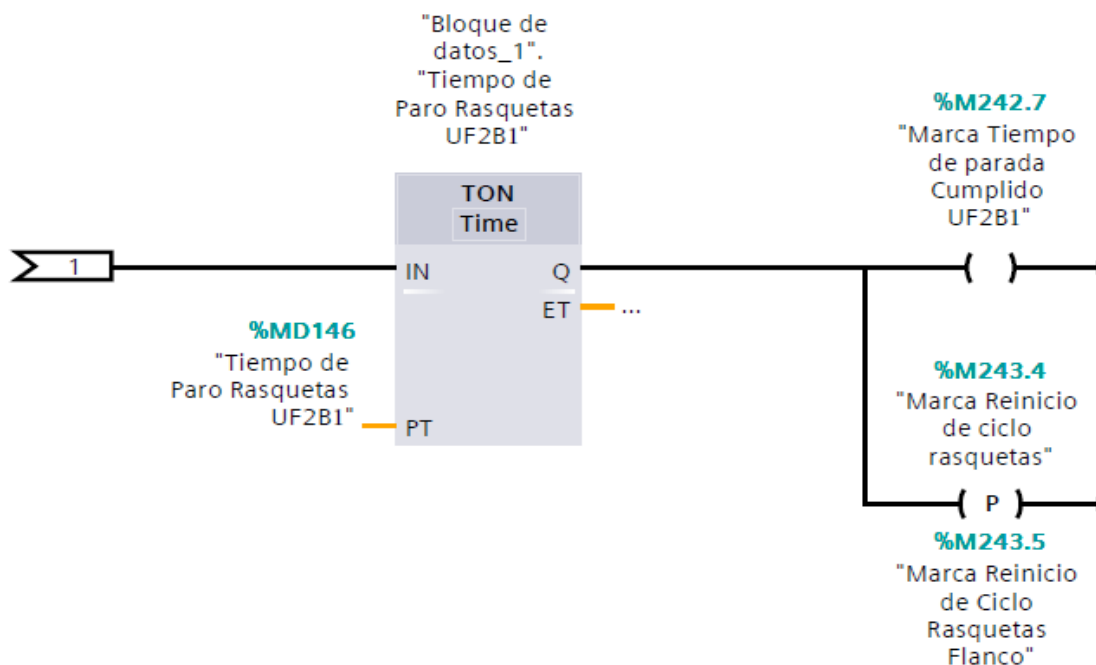
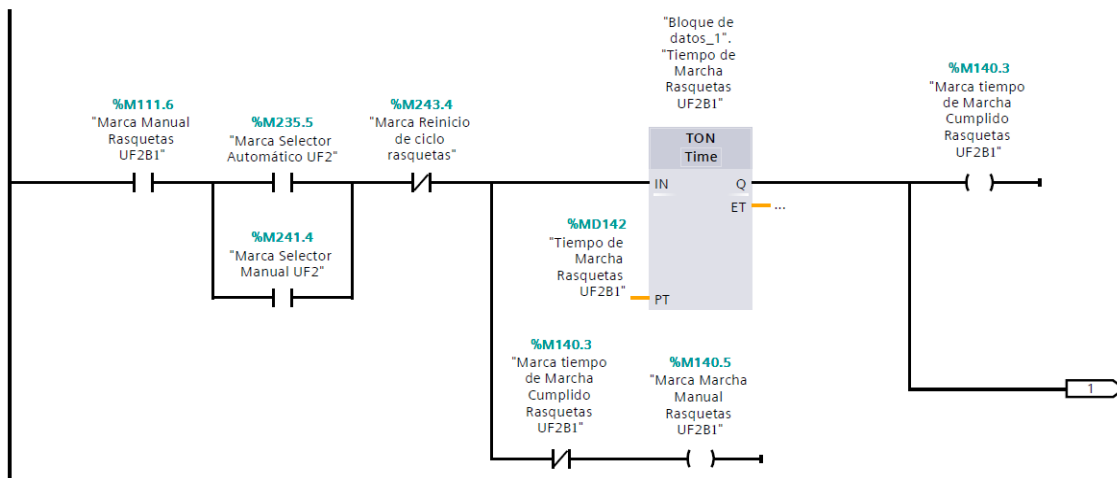
Explicamos ahora paso a paso el primer conjunto de comandos de programación: Encontramos una serie de condiciones: “Marca Manual Tornillo Sin Fin Extractor Fangos UF2B2” activa, “Nivel Máximo Arqueta de Fangos AFL1N2” activa y “Marca Reinicio de Ciclo Tornillo y UF2EV1” negada, las cuales tendrán la siguiente consecución:

- 1- En el momento que se desactiva la “Marca Tiempo de Marcha Cumplido UF2EV1”, por un lado activamos la salida “Marca Marcha Manual Electroválvula UF2EV1”. Por otro lado, y gracias a un contador CTU, cada vez que encontremos el flanco de subida por la desactivación de la marca citada, haremos que la salida NEGADA “Marca Tornillo Sin Fin UF2B2” se active durante un ciclo del programa, quedando así esta marca desactivada durante dicho ciclo.
- 2- Indistintamente, y tras un tiempo de retardo al encendido que marcaremos con la variable “Tiempo Marcha UF2EV1”:
 - Activamos “Marca Tiempo de Marcha Cumplido UF2EV1”
 - Tras el bloque de retardo al encendido con la variable “Tiempo Parada UF2EV1”: activamos “Marca Tiempo de Parada Cumplido UF2EV1” y activamos durante un ciclo del programa la “Marca Reinicio de Ciclo Tornillo y UF2EV1”. Esta última nos permitirá detectar durante el siguiente ciclo de programa la condición principal activa, reiniciando así el programa al siguiente ciclo.



- Mediante la variable “Tiempo Parado UF2B2” procedente del bloque restador, y gracias al bloque de retardo al encendido con esta variable, podemos activar “Marca Tornillo Sin Fin Tiempo UF2B2” unos instantes antes de UF2EV1. (evitará que en lugar de fango evacuemos agua).

4.5.2.32) MANUAL/TEMPORIZACIÓN RASQUETAS



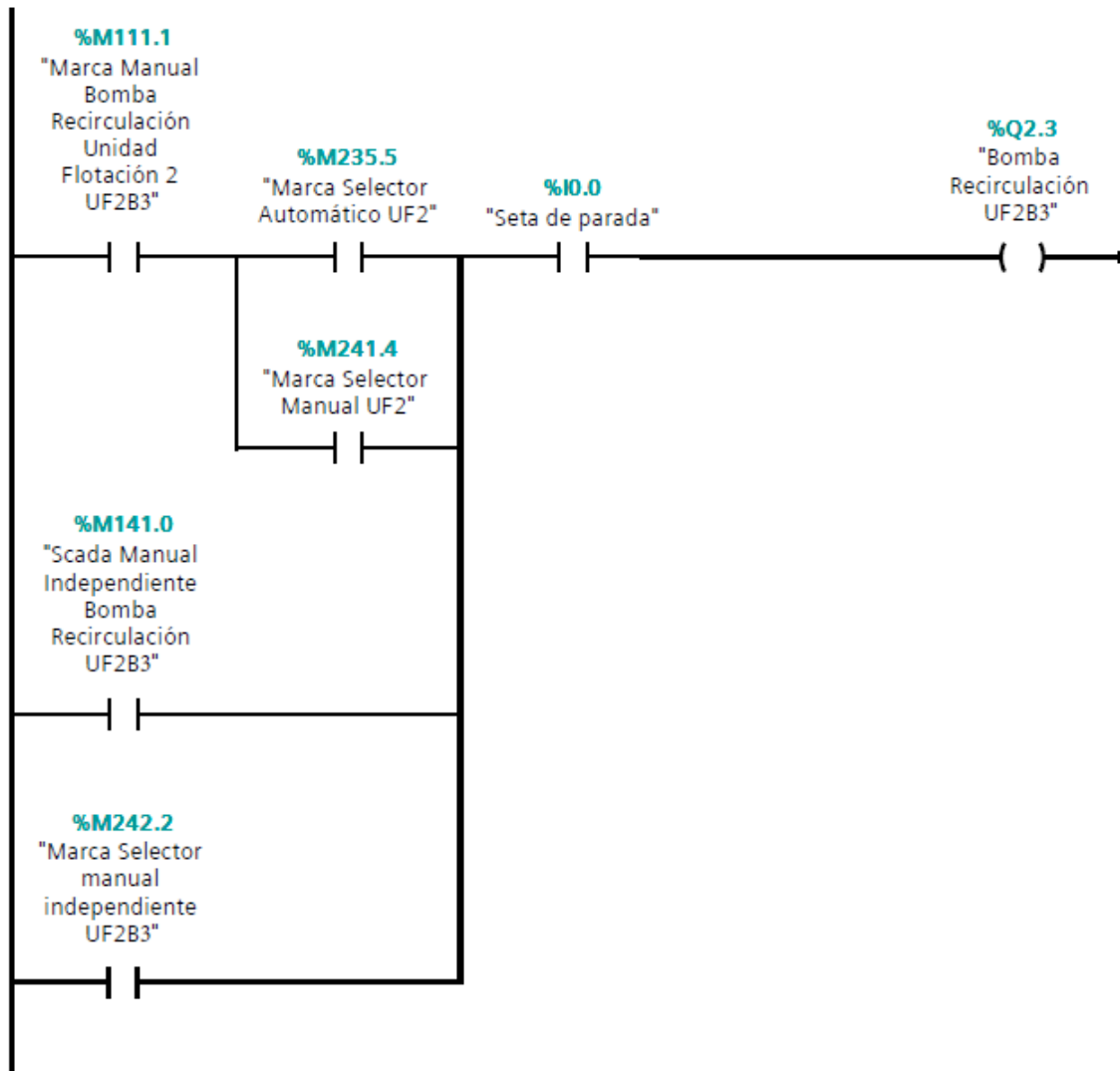


Cuando quedan activas, “Marca Manual Rasquetas UF2B1”, “Marca Selector Automático UF2” o “Marca Selector Manual UF2”, y encontramos desactivada “Marca Reinicio de ciclo rasquetas”, encontramos dos caminos:

- 1- La activación de la “Marca Marcha Manual Rasquetas UF2B1” siempre que “Marca Tiempo de Marcha Cumplido Rasquetas UF2B1” esté desactivada. Esta marca será capaz de dar la instrucción correspondiente en el segmento de programación de manera que active las rasquetas.
- 2- Tras un tiempo de retardo al encendido que llamaremos “Tiempo de Marcha Rasquetas UF2B1” al cual daremos un valor determinado, activaremos otros dos caminos:
 - a. Se activa la “Marca Tiempo de Marcha Cumplido Rasquetas UF2B1” de modo que en el anterior punto, al encontrarse ahora activa, las Rasquetas se detendrán.
 - b. Tras un nuevo bloque de retardo al encendido que llamaremos “Tiempo de Paro Rasquetas UF2B1”, por un lado activaremos “Marca Tiempo de parada Cumplido UF2B1”, que nos servirá como una marca visual de comprobación. Por el otro lado, y más importante, activaremos durante un pulso “Marca Reinicio de ciclo de rasquetas”, con lo que al detectarse por un momento activo, el segmento a su inicio cortará hasta que dicha marca vuelva a encontrarse negada. Así, comenzará nuevamente el ciclo completo.



4.5.2.33) MANUAL BOMBA RECIRCULACIÓN UF2B3

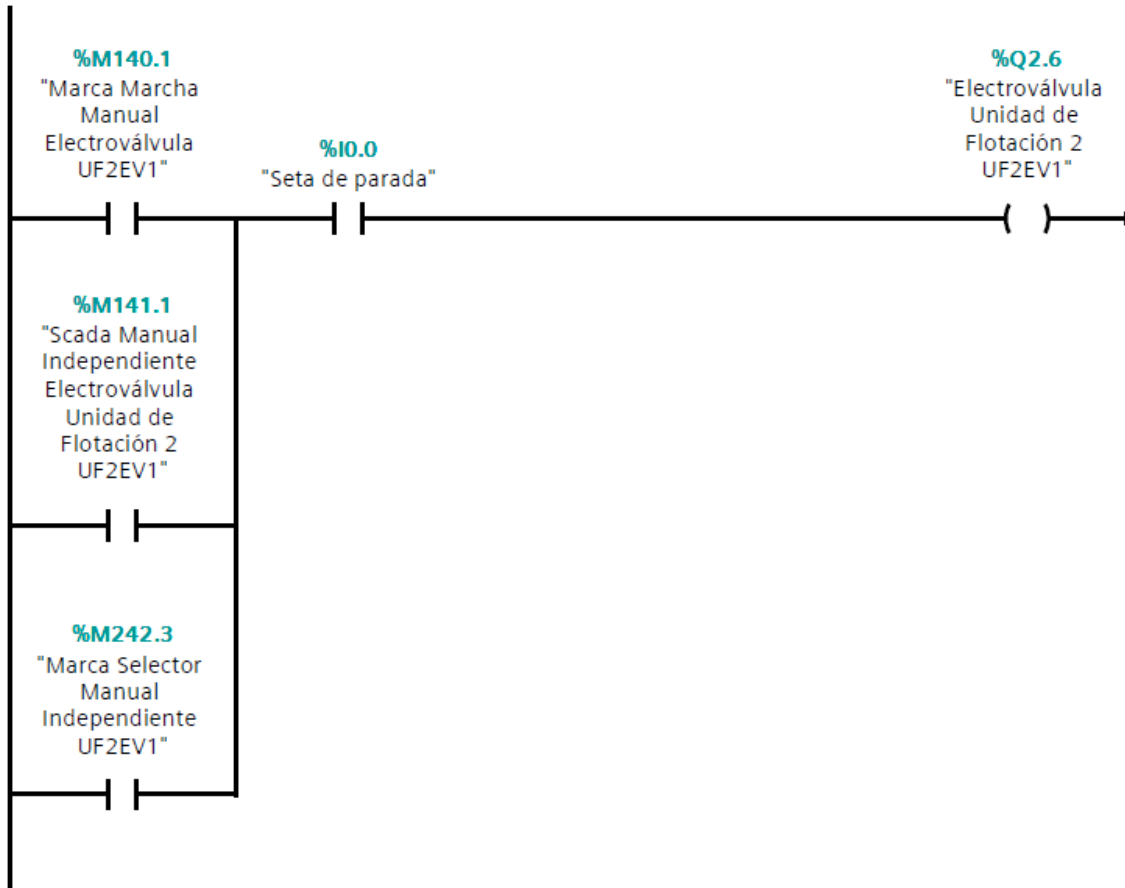


En este segmento se activa la salida de la Bomba Recirculación UF2B3. Para que la bomba se active finalmente, la seta de parada deberá estar en estado de conducción. Además, deberá cumplirse una de las tres condiciones que marcamos a continuación:

- ✓ “Scada Manual Independiente Bomba Recirculación UF2B3” activa. Se realizará mediante pantalla.
- ✓ “Marca Selector manual independiente UF2B3” activa.
- ✓ “Marca Manual Bomba Recirculación Unidad Flotación 2 UF2B3” activa, “Marca Selector Automático UF2” o “Marca Selector Manual UF2” activas.



4.5.2.34) MANUAL ELECTROVÁLVULA UF2EV1



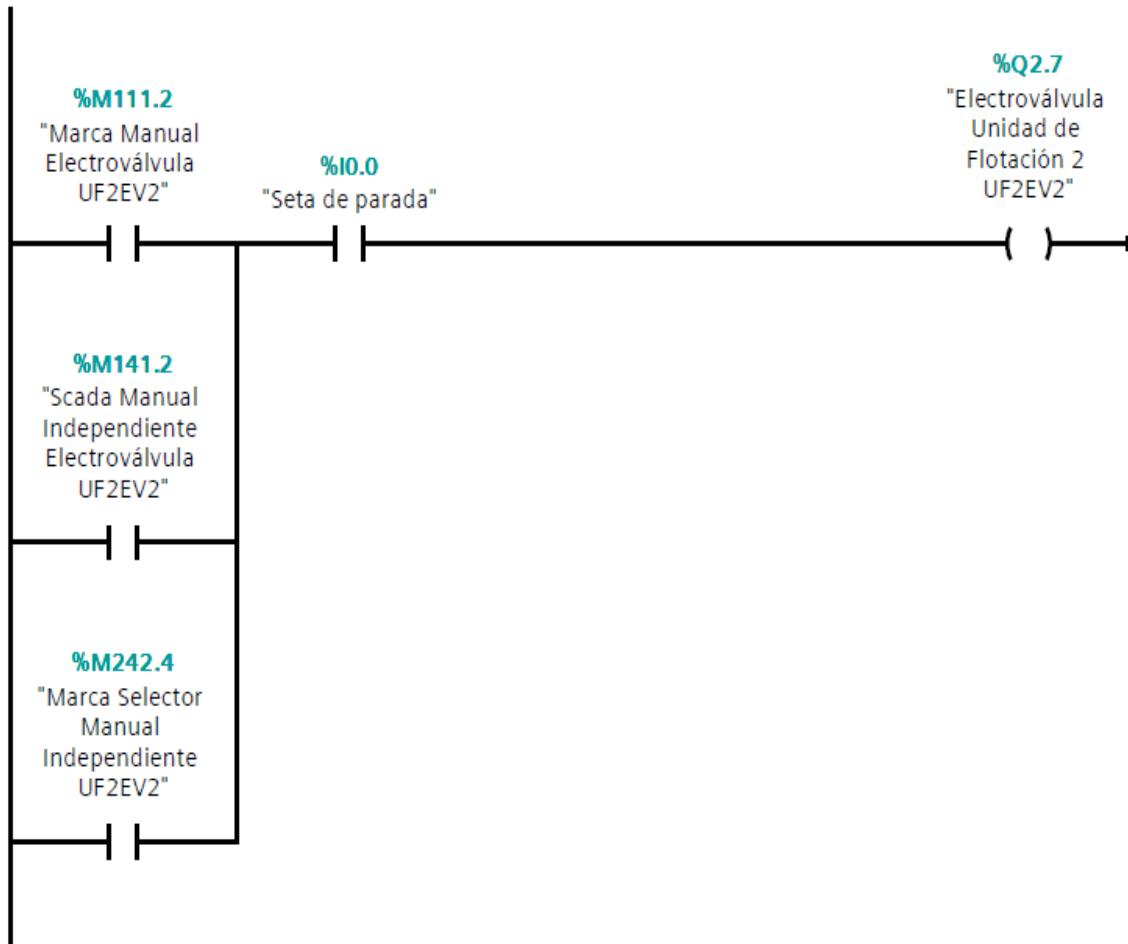
Activaremos la salida de la Electroválvula Unidad de Flotación 2 UF2EV1 siempre que una de las siguientes marcas se encuentre activada:

- ✓ “Marca Marcha Manual Electroválvula UF2EV1”
- ✓ “Scada Manual Independiente Electroválvula Unidad de Flotación 2 UF2EV1”
- ✓ “Marca Selector Manual Independiente UF2EV1”

Será condición imprescindible que la “Seta de parada” no se encuentre en estado de corte.



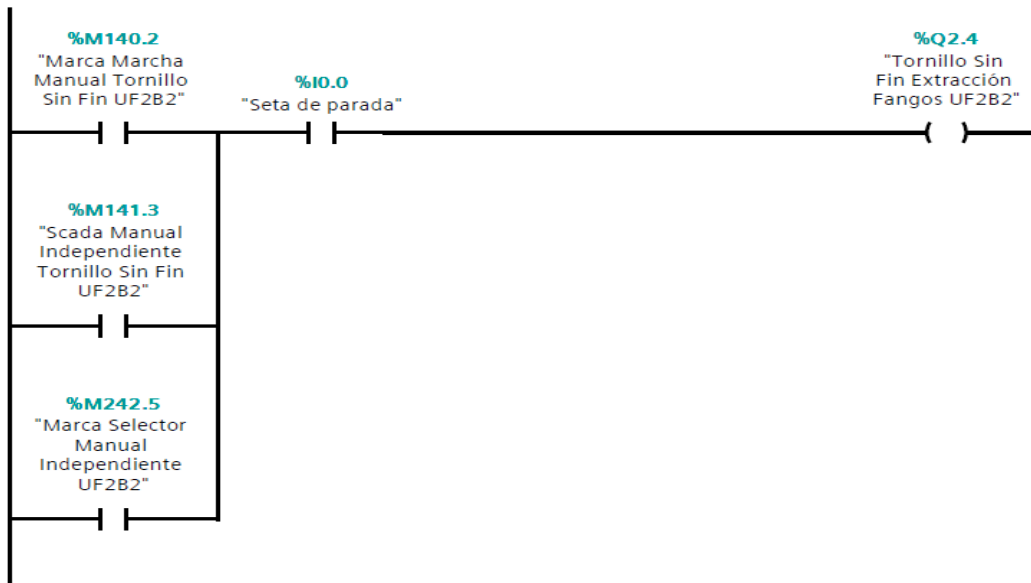
4.5.2.35) MANUAL ELECTROVÁLVULA UF2EV2



La salida de la electroválvula UF2EV2 funciona de la siguiente manera que la anterior, activándose siempre que la seta de parada no corte la tensión, y siempre que una de las tres condiciones marcadas se cumpla.

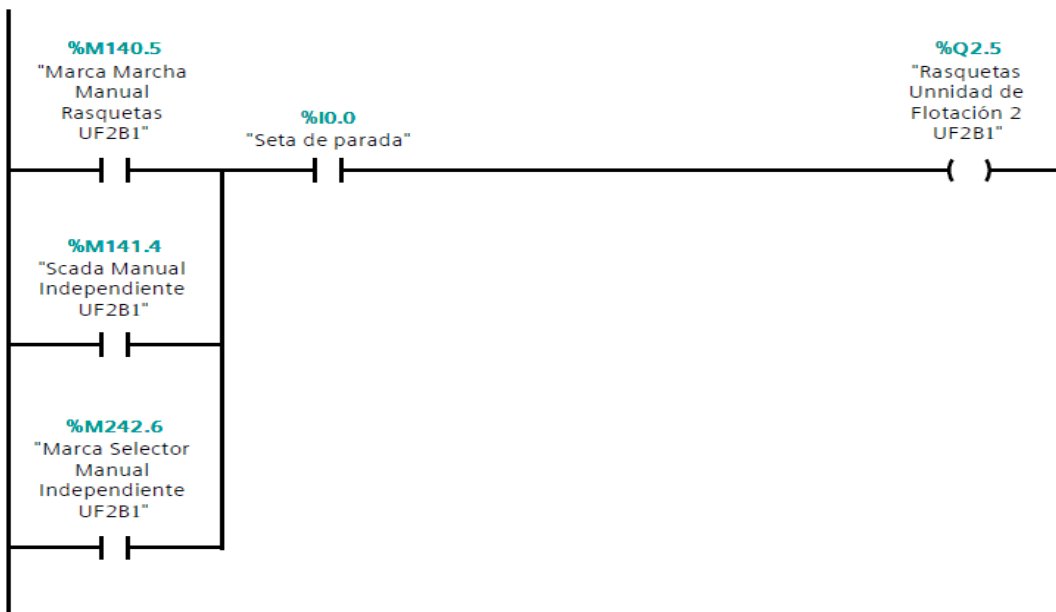


4.5.2.36) MANUAL TORNILLO DE EXTRACCIÓN DE FANGOS UF2B2



La activación de la salida “Tornillo Sin Fin Extracción Fangos UF2B2” se activará de la misma manera que las anteriormente explicadas.

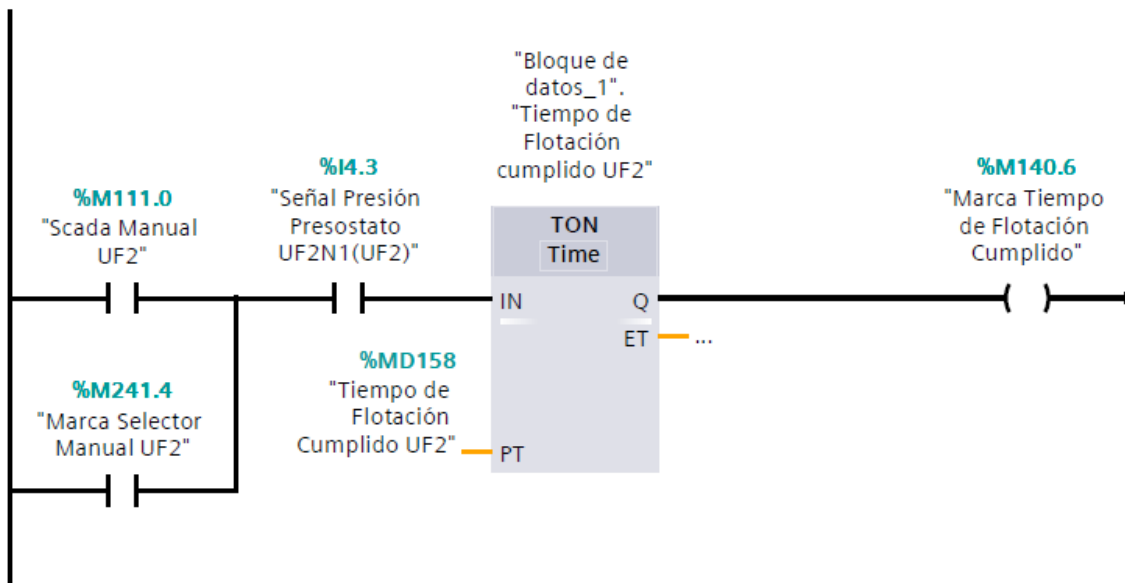
4.5.2.37) MANUAL RASQUETAS UF2B1



Mismo funcionamiento que en ocasiones anteriores.



4.5.2.38) ORDEN DE ACTIVACIÓN EN AUTOMÁTICO DE H1B1, H1B2, PP2B1 Y N2B2



El objetivo final de este segmento, no será otro que el de activar “Marca Tiempo de Flotación Cumplido”, de manera que cuando esta se active, podremos cumplir el condicionante marcado en los anteriores segmentos correspondientes, para que las bombas citadas puedan comenzar a funcionar.

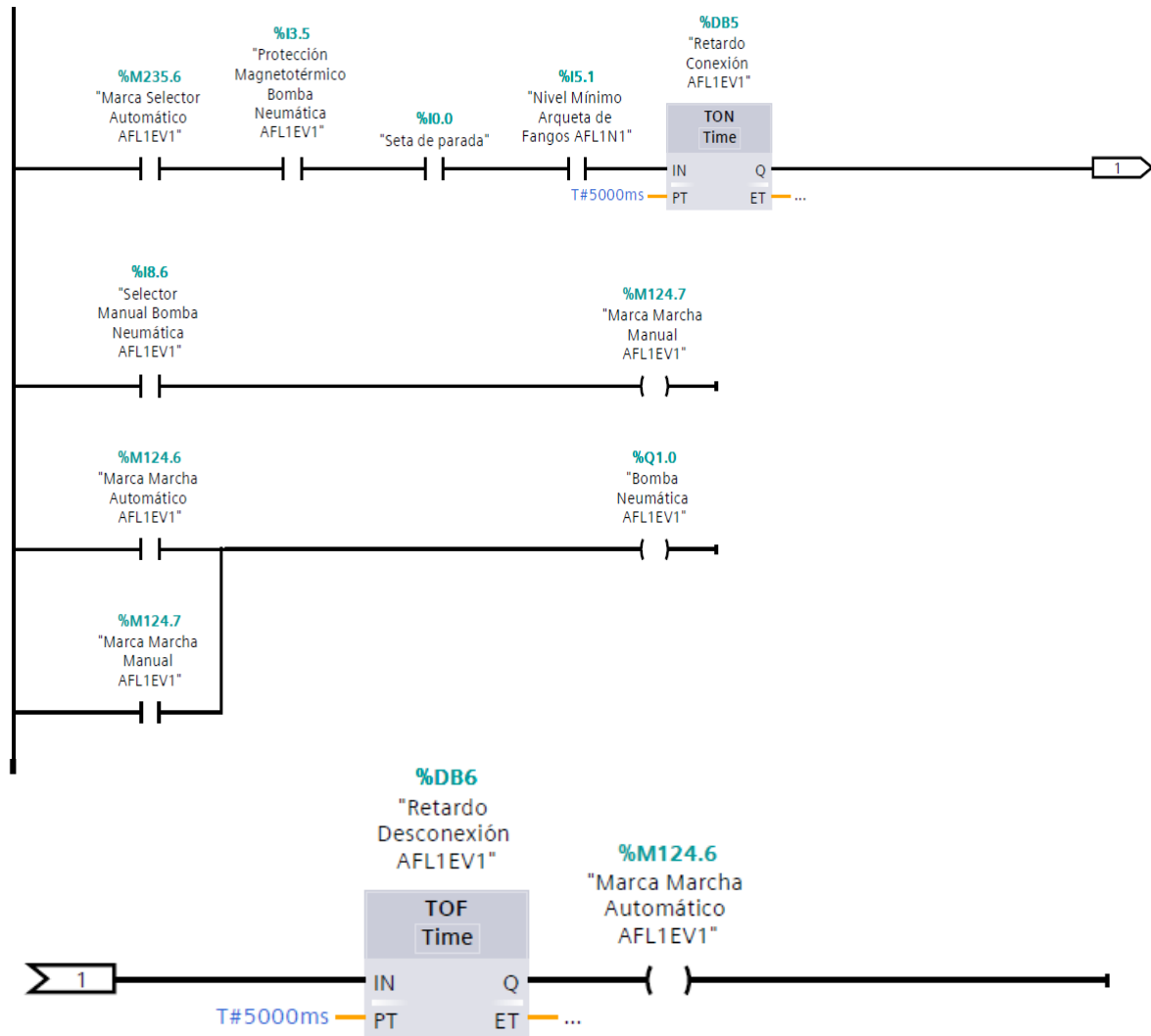
Para llegar a la activación de esta marca, deberemos cumplir una serie de condiciones que activarán un bloque de retardo al encendido. En este bloque, una variable “Tiempo de Flotación Cumplido UF2” que marcaremos nosotros mismos será la encargada de retardar la activación de la marca.

Las condiciones que activan el bloque de retardo al encendido son:

- ✓ “Señal Presión Presostato UF2N1 (UF2)”, que se activa automáticamente mediante un relé propio del presostato.
- ✓ “Scada Manual UF2” o “Marca Selector Manual UF2”.



4.5.2.39) AUTOMÁTICO BOMBA NEUMÁTICA AFL1EV1



En primer lugar, y fijándonos en la primera línea de programación, vemos el objetivo de activar o no la “Marca Marcha Automático AFL1EV1”. Para activar esta marca deberemos encontrar: “Marca Selector Automático AFL1EV1”, “Protección MagnetoTérmico Bomba Neumática AFL1EV1”, “Seta de Parada” y “Nivel Mínimo Arqueta de Fangos “AFL1N1” activas, sin excepción.

Una vez todas estas condiciones se activan, pasamos a un bloque de retardo de encendido, el cual activará su salida transcurridos 500 milisegundos después de



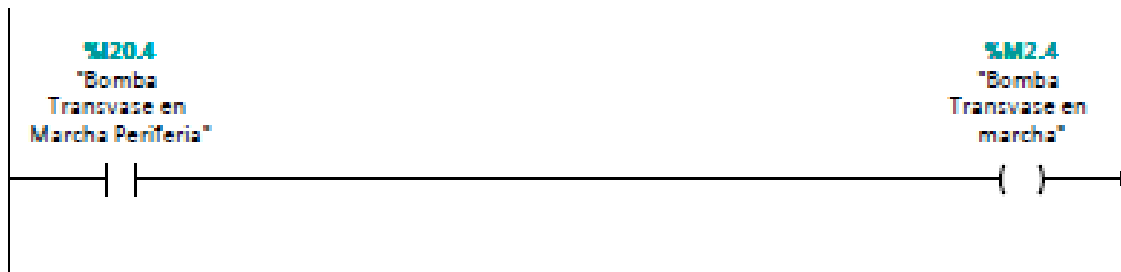
activar su entrada, consiguiendo tras este retardo la activación de “Marca Marcha Automática AFL1EV1”.

El bloque de retardo a la desconexión, realizará el efecto anterior a la inversa, manteniendo la marca final encendida durante 500 milisegundos desde que se desactiva su entrada hasta que finalmente corta su salida.

Finalmente y en la segunda parte de este segmento, vemos como activándose “Marca Marcha Automático AFL1EV1” o “Marca Marcha Manual AFL1EV1”, activaremos la salida de la bomba neumática produciéndose así su puesta en marcha.

La marca de marcha manual la activaremos mediante la entrada “Selector Manual Bomba Neumática AFL1EV1”.

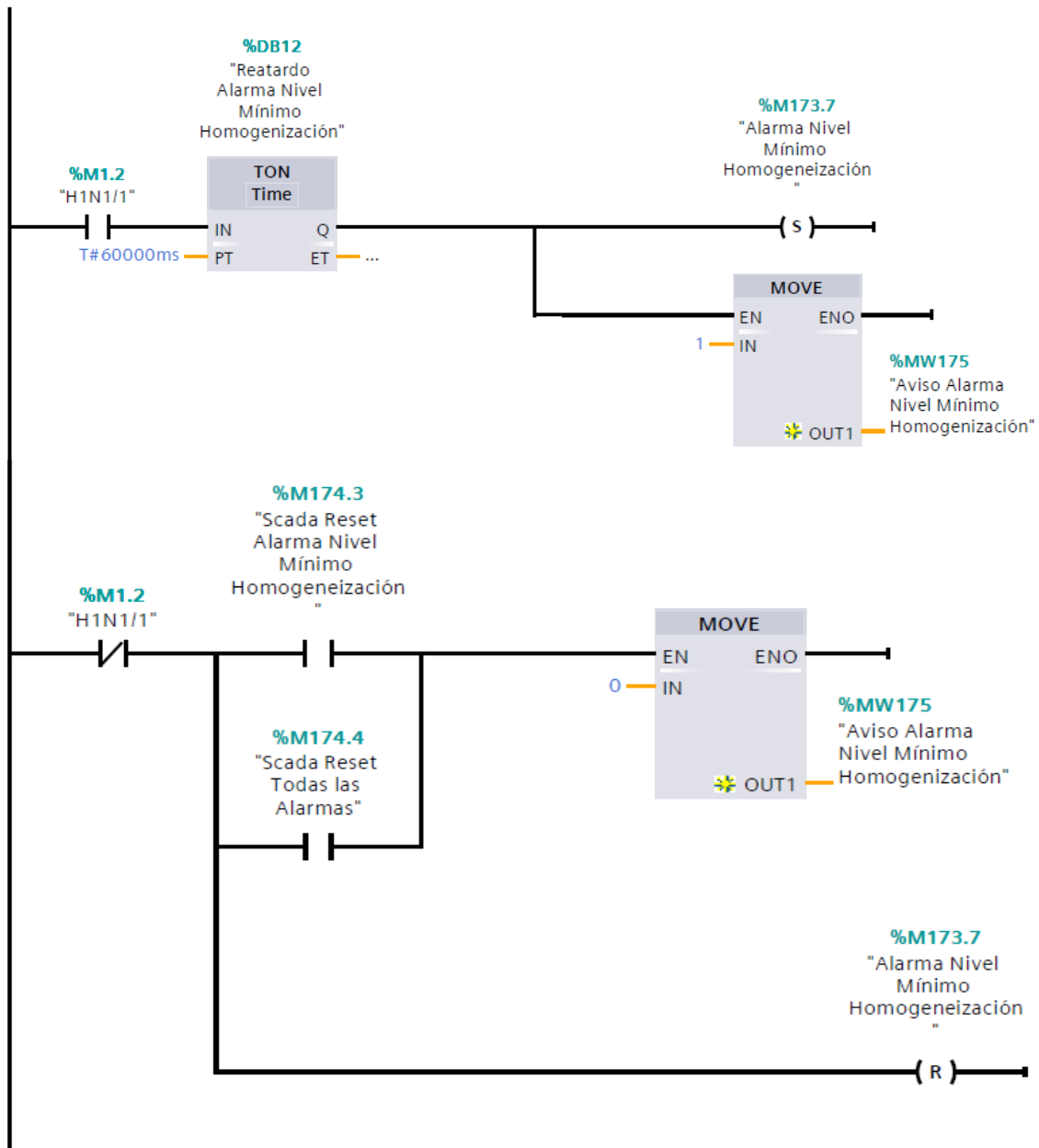
4.5.2.40) ACTIVACIÓN MARCA BOMBA DE TRANSVASE



Cuando se activa la entrada en el autómata de la “Bomba Transvase en Marcha Periferia”, activaremos una marca con la cual podremos mostrarlo en pantalla.



4.5.2.41) ALARMA NIVEL MÍNIMO HOMOGENEIZACIÓN



Al activarse la señal “H1N1/1”, que no es otra que la correspondiente al nivel mínimo de los tanques de homogeneización, y tras un tiempo de retardo de 60000 milisegundos, durante los cuales deberá continuar activada dicha señal (puede estar entrando agua y alcanzar mayor nivel de manera rápida sin que sea necesario actuar sobre el proceso), podemos suponer que la alarma debe activarse.



Dicho esto, y una vez cumplido lo anteriormente dicho, se producen dos acciones diferentes, en primer lugar que son:

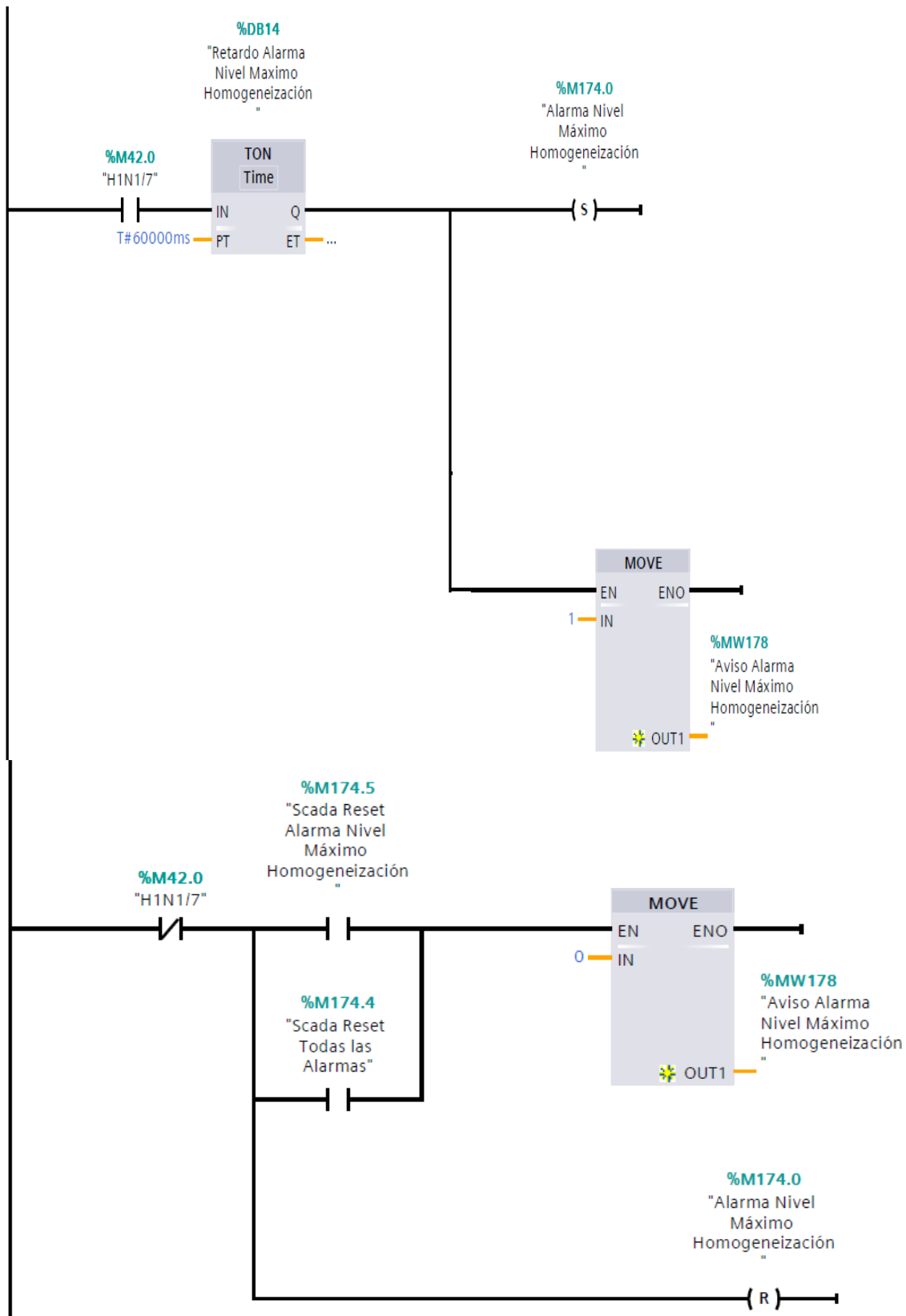
- ✓ Por un lado, activamos la marca “Alarma Nivel Mínimo Homogeneización” de manera constante hasta que se ejecute el comando que la desactive.
- ✓ Por otro lado, y mediante un bloque MOVE, copiamos el estado “1” (encendido) a una salida que llamaremos “Aviso Alarma Nivel Mínimo Homogeneización” que nos servirá para visualizar dicho aviso en pantalla gracias a SCADA.

Para desactivar la alarma, vemos que, una vez se detecta la señal “H1N1/1” desactivada ocurren dos cosas:

- ✓ En primer lugar, volvemos la salida “Alarma Nivel Mínimo Homogeneización” a 0 permanentemente hasta que el comando anterior sea capaz de volverla a activar.
- ✓ Por otro lado, siempre que se cumpla la condición anterior y que detectemos la realización de “ScadaReset Alarma Nivel Mínimo Homogeneización” o “ScadaReset Todas las Alarmas” a través de pantalla, un bloque MOVE nos copiará el valor 0 en el aviso anteriormente activado. De esta manera, este aviso no permanecerá en pantalla.



4.5.2.42) ALARMA NIVEL MÁXIMO HOMOGENEIZACIÓN



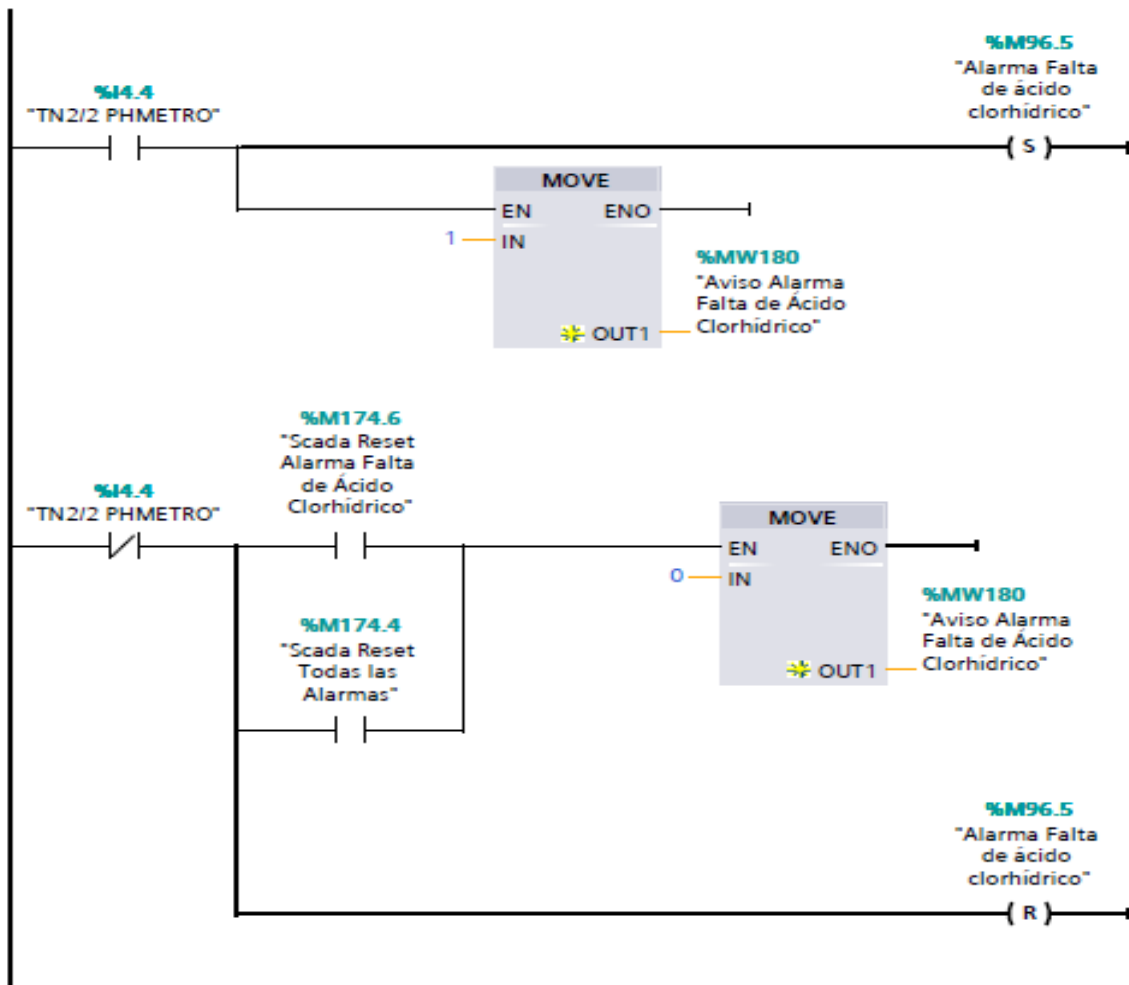


Cuando detectamos el nivel “H1N1/7” activo, y pasado un tiempo de retardo al encendido el cual nos permitirá introducir un margen de tiempo de corrección del sistema (daremos tiempo a que el tanque vacíe por sí mismo antes de hacer saltar las alarmas), en caso de que esta siga activa:

- 1- Activamos de forma permanente hasta que otro comando la desconecte la marca “Alarma Nivel Máximo Homogeneización”.
- 2- Copiamos el estado “1” a la variable virtual “Aviso Alarma Nivel Máximo Homogenización”, de modo que al tener este valor podremos visualizar el aviso activo en pantalla.

Una vez dejamos de detectar “H1N1/7” activa, además de pasar la alarma a un estado permanente de desconexión (hasta que el comando anterior vuelva a activarla), siempre que detectemos un Reset, ya sea de esta alarma o de todas en general, copiaremos el estado “0” para que el aviso en pantalla deje de aparecer activo.

4.5.2.43) ALARMA FALTA ÁCIDO CLORHÍDRICO



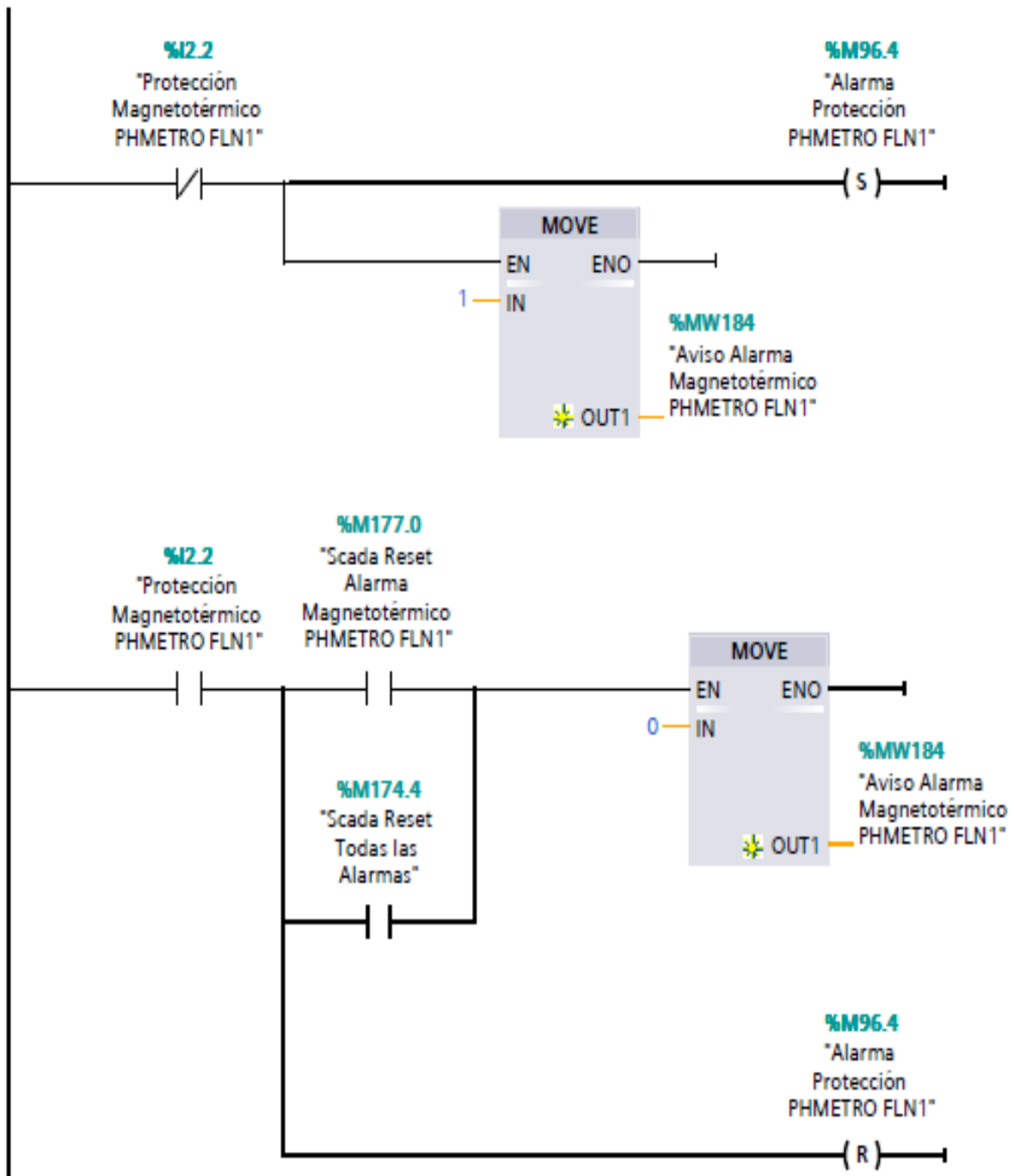
Una vez detectada la activación del relé “TN2/2 PHMETRO” que nos indica la falta de ácido clorhídrico en la mezcla del floculador, por un lado, activamos permanentemente hasta que otro comando la desactive, la señal “Alarma Falta de Ácido clorhídrico” por un lado. Por otro, mediante el bloque MOVE, copiaremos el valor 1 a la señal “Aviso Alarma Falta de Ácido Clorhídrico” de manera que podamos visualizar su activación en pantalla.

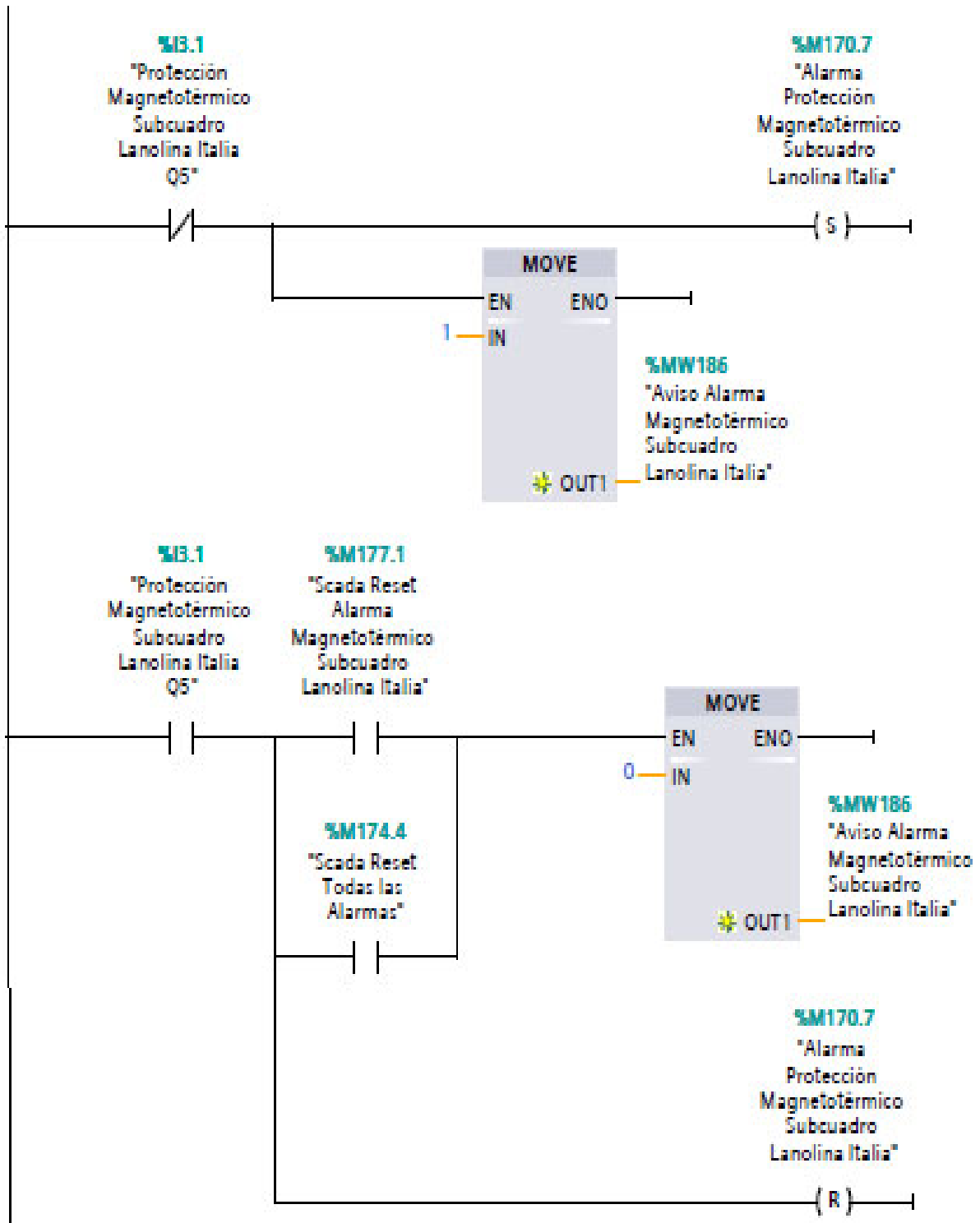
Cuando la entrada del relé “TN2/2 PHMETRO” se desconecta, por un lado desactivaremos permanentemente la alarma hasta que el comando anterior cumpla las condiciones que vuelvan a activarla. Por otro lado, y siempre que detectemos a través de pantalla la activación de “ScadaReset Alarma Falta de Ácido Clorhídrico” o

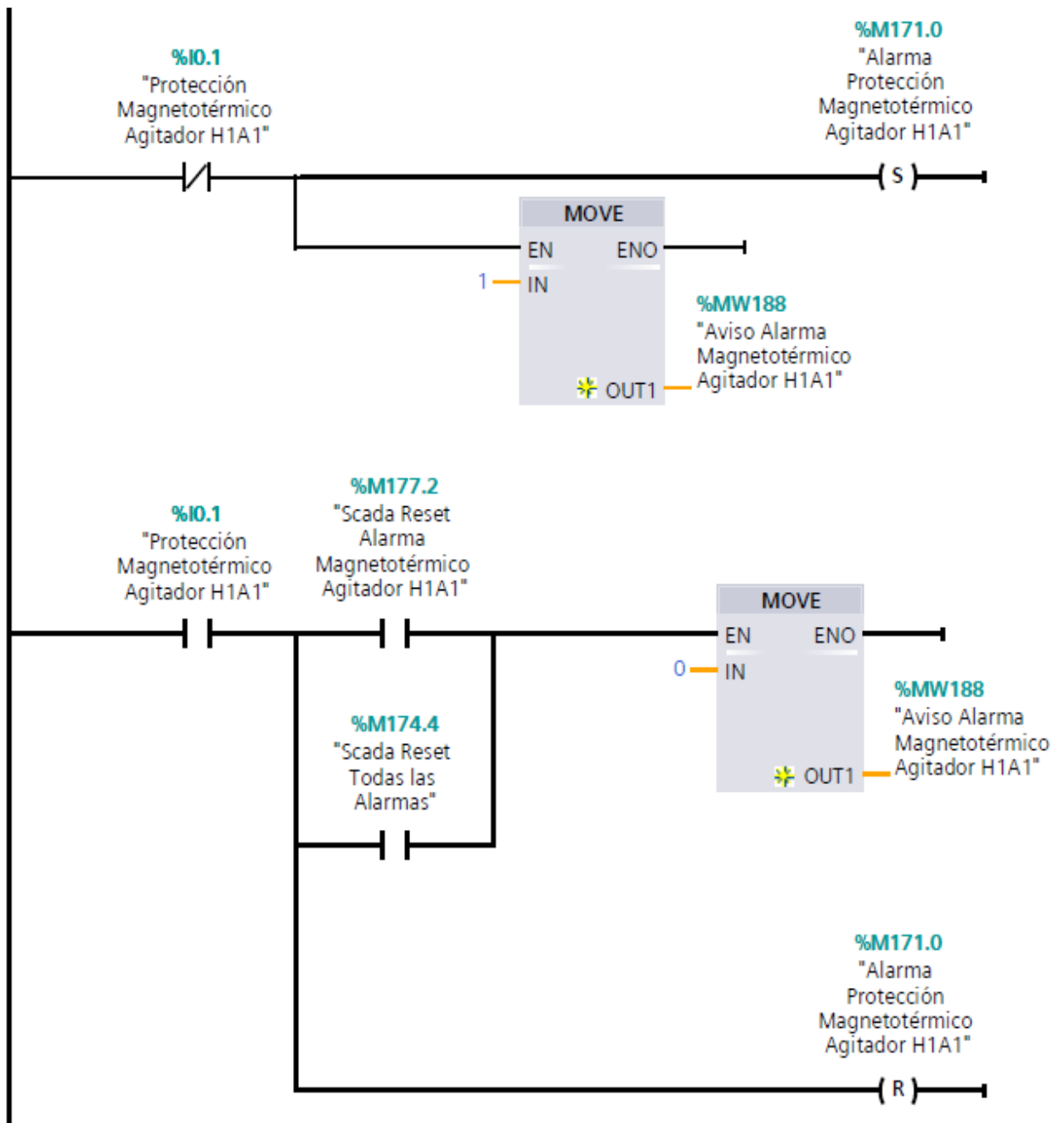


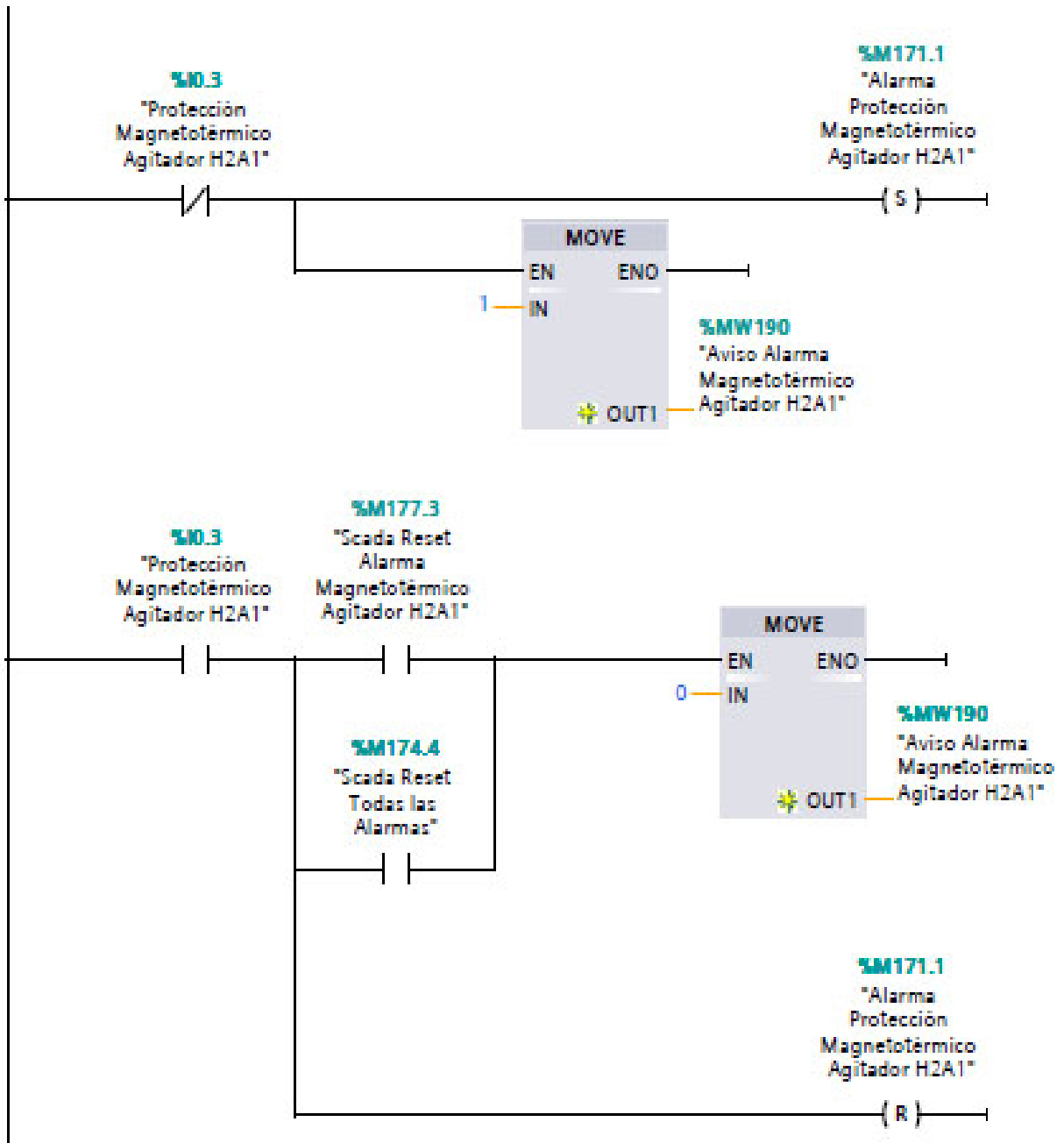
“ScadaReset Todas las Alarmas”, un segundo bloque MOVE, copiará el valor 0 en el aviso citado para que este no se siga visualizando como activo.

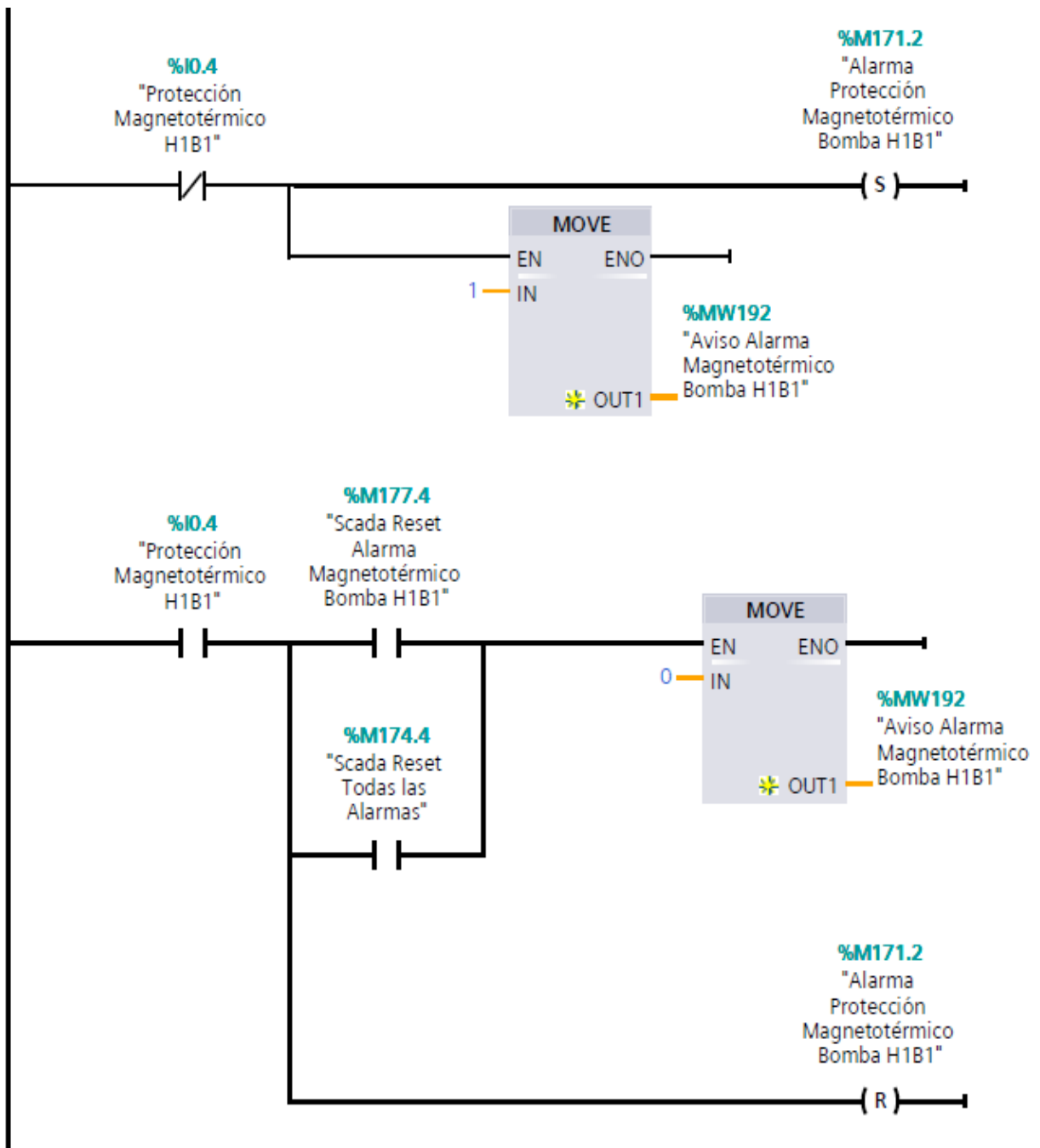
4.5.2.44) ALARMAS PROTECCIÓN TÉRMICA

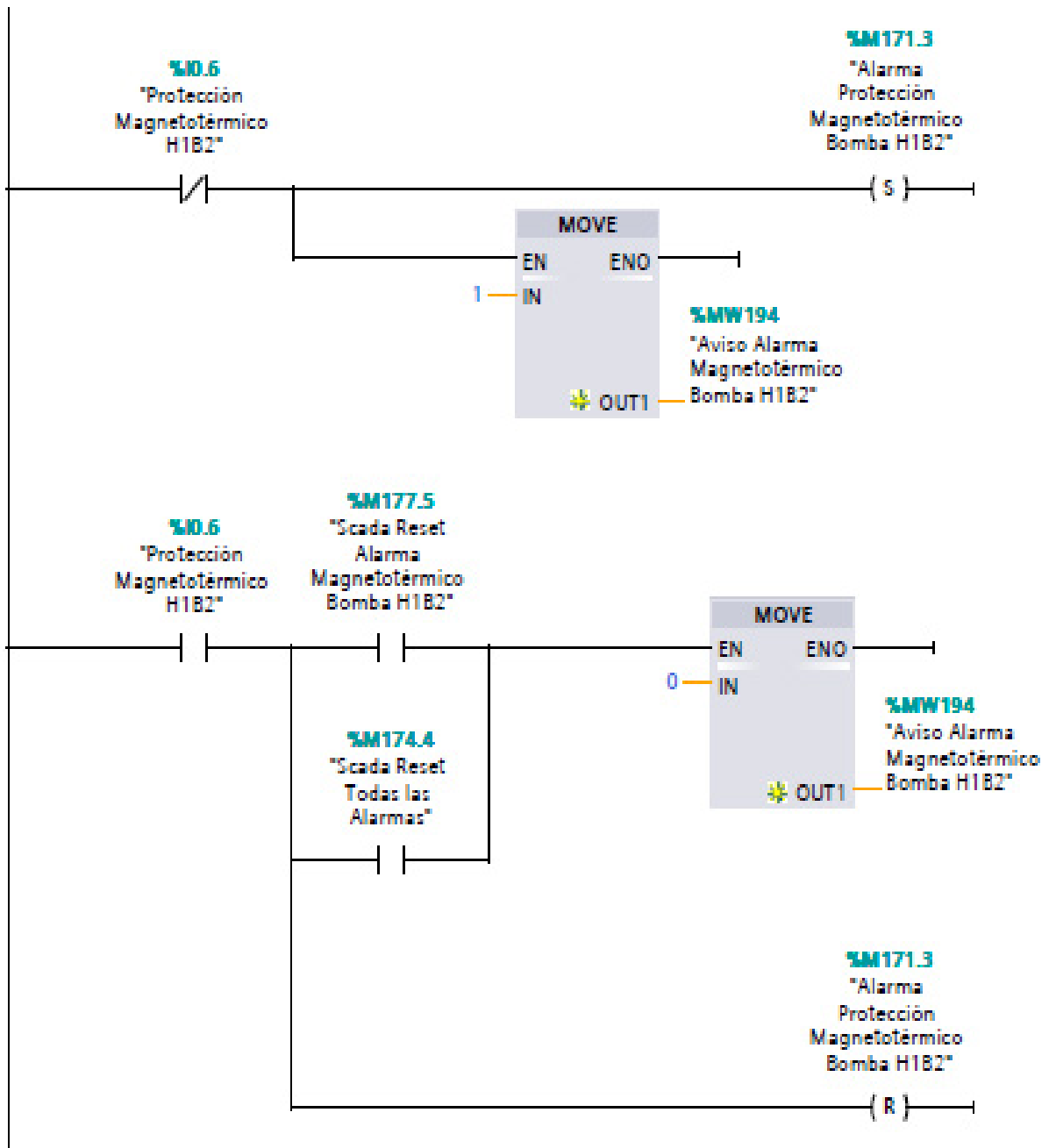


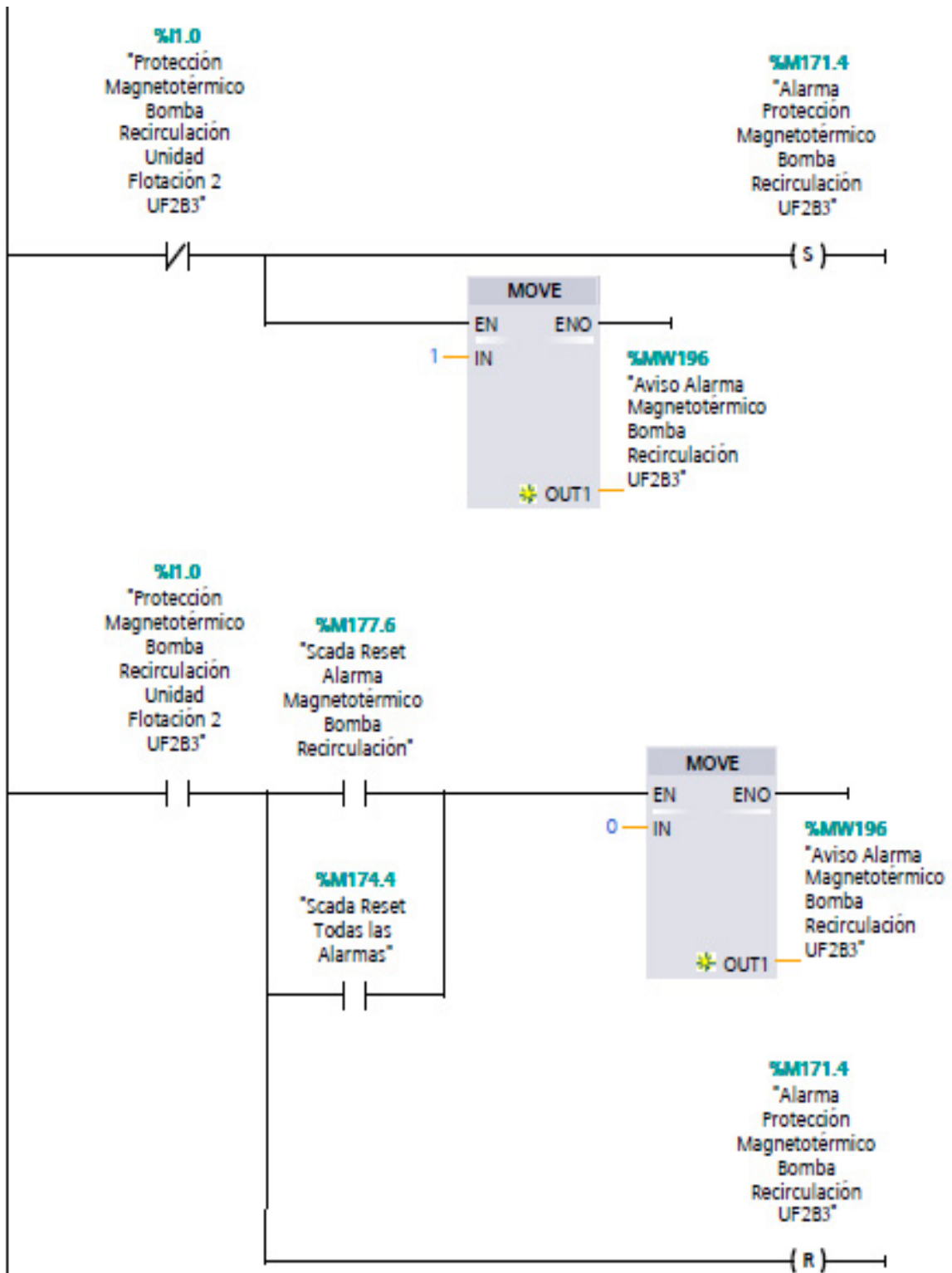


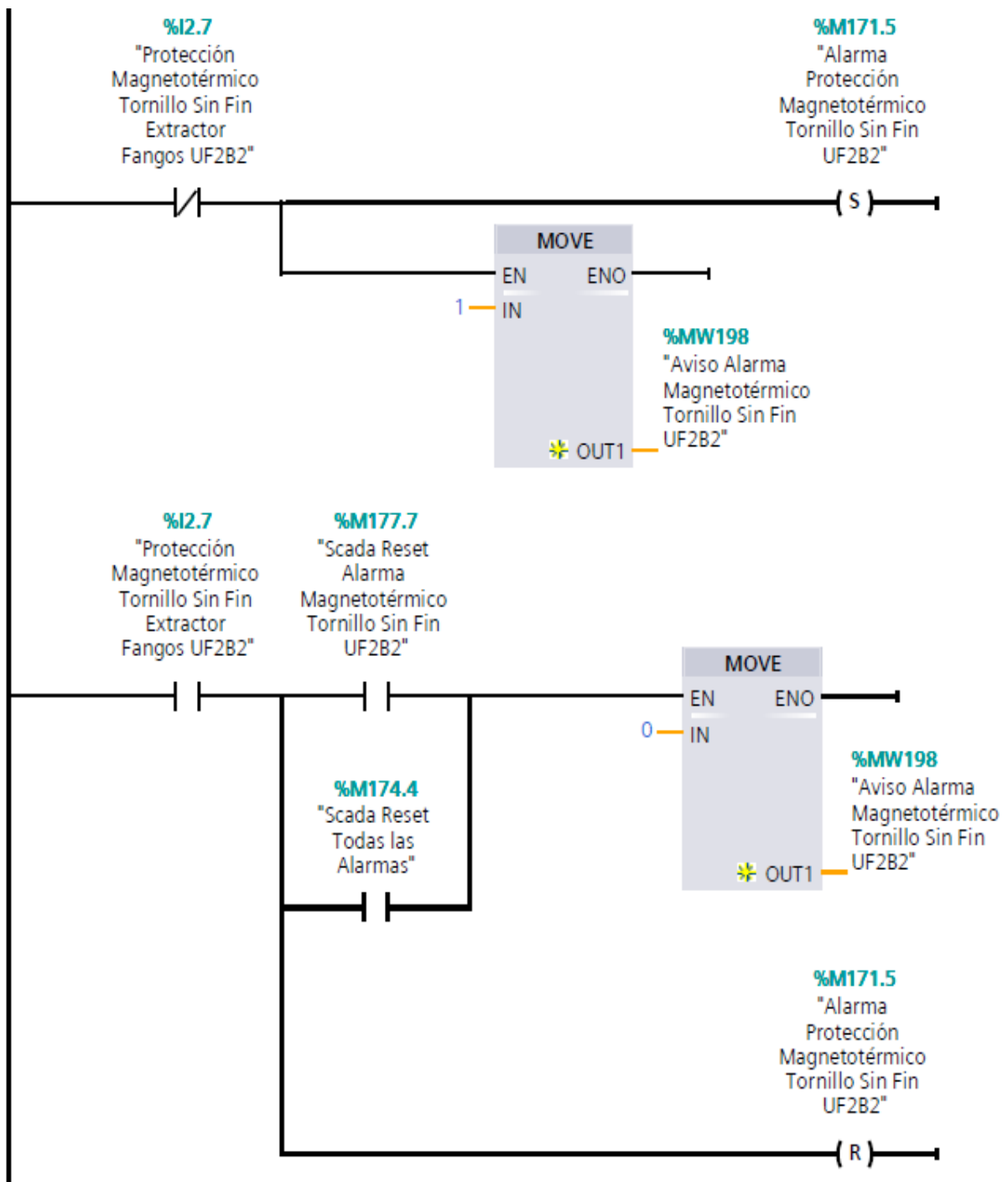


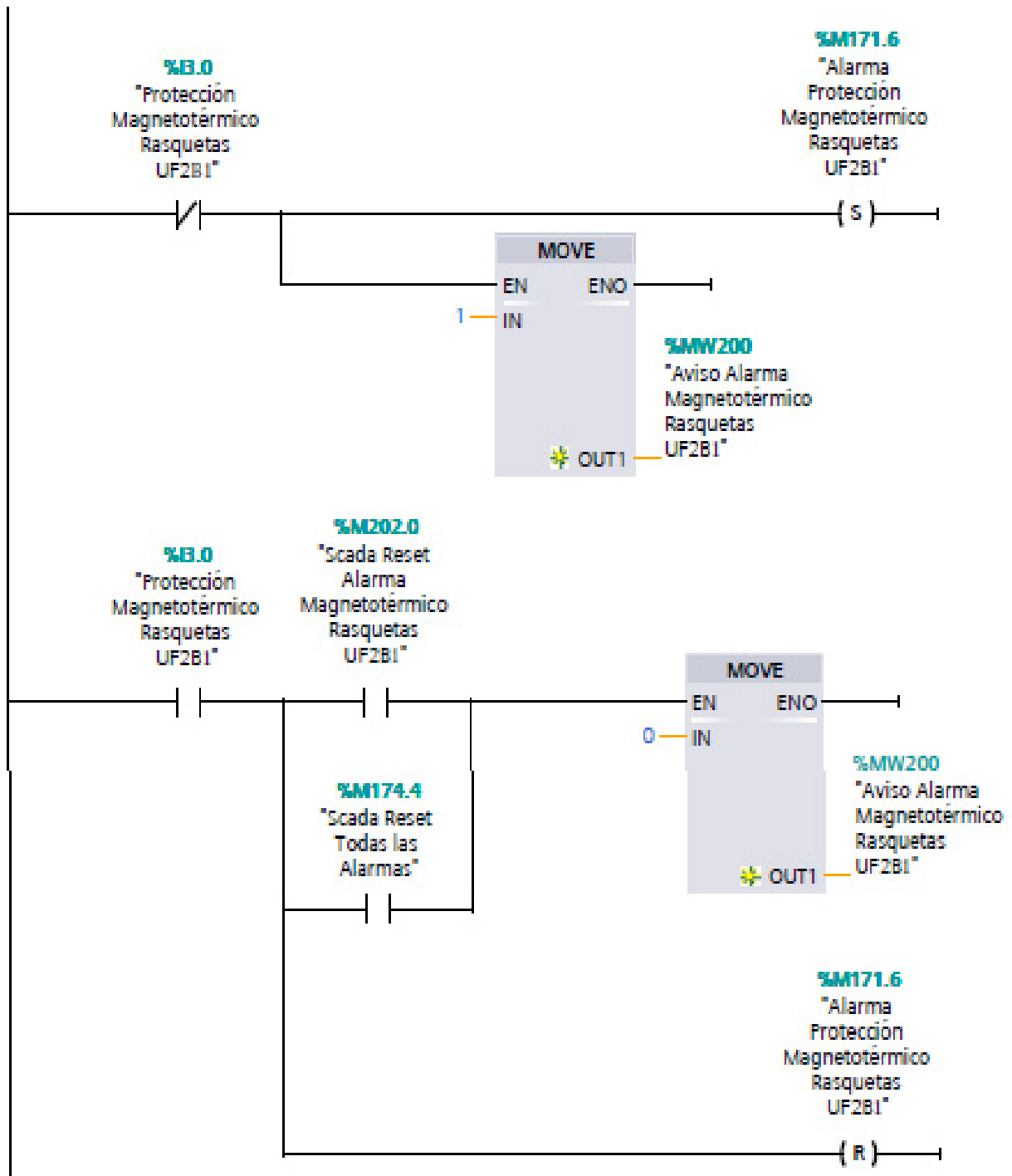


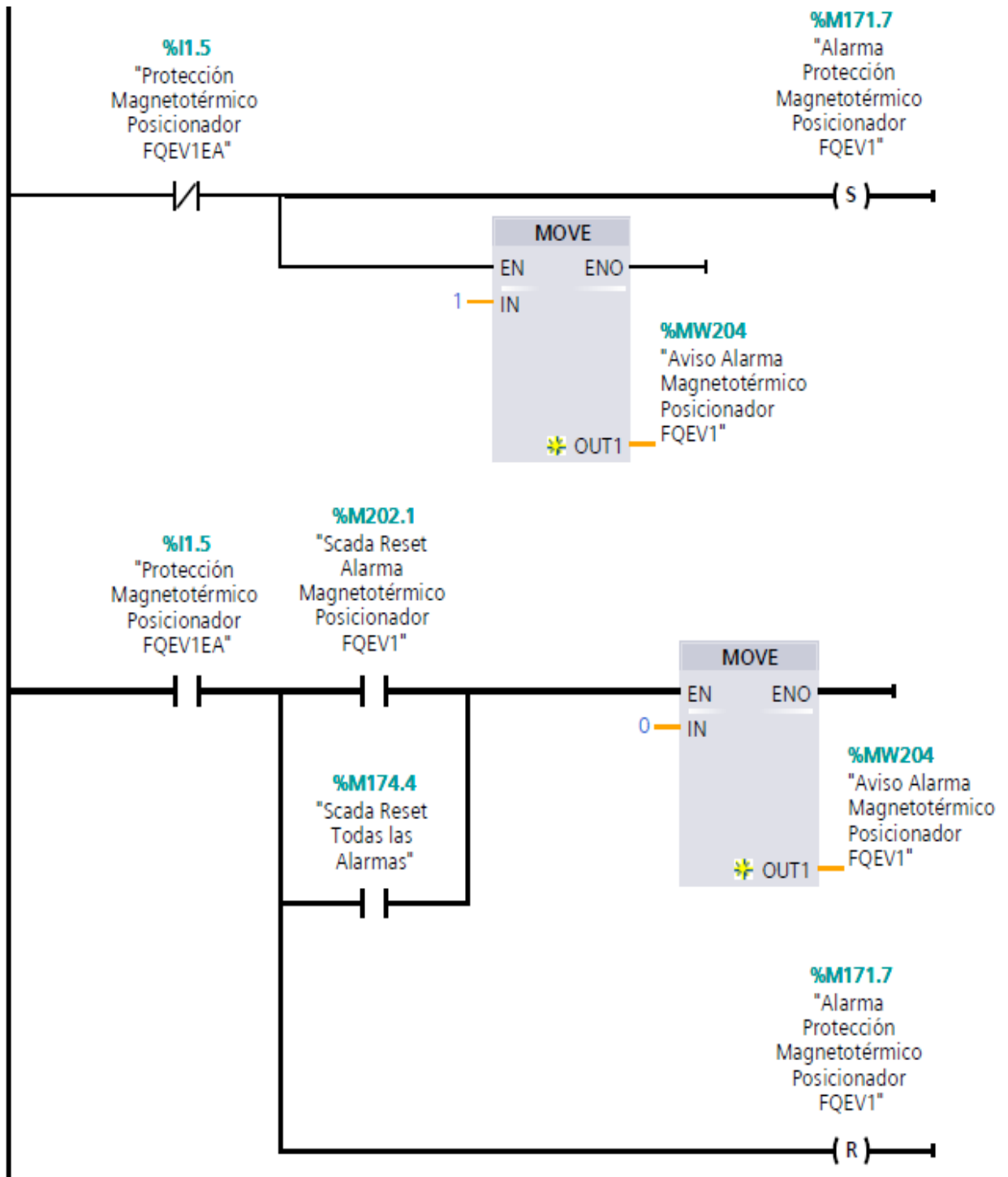


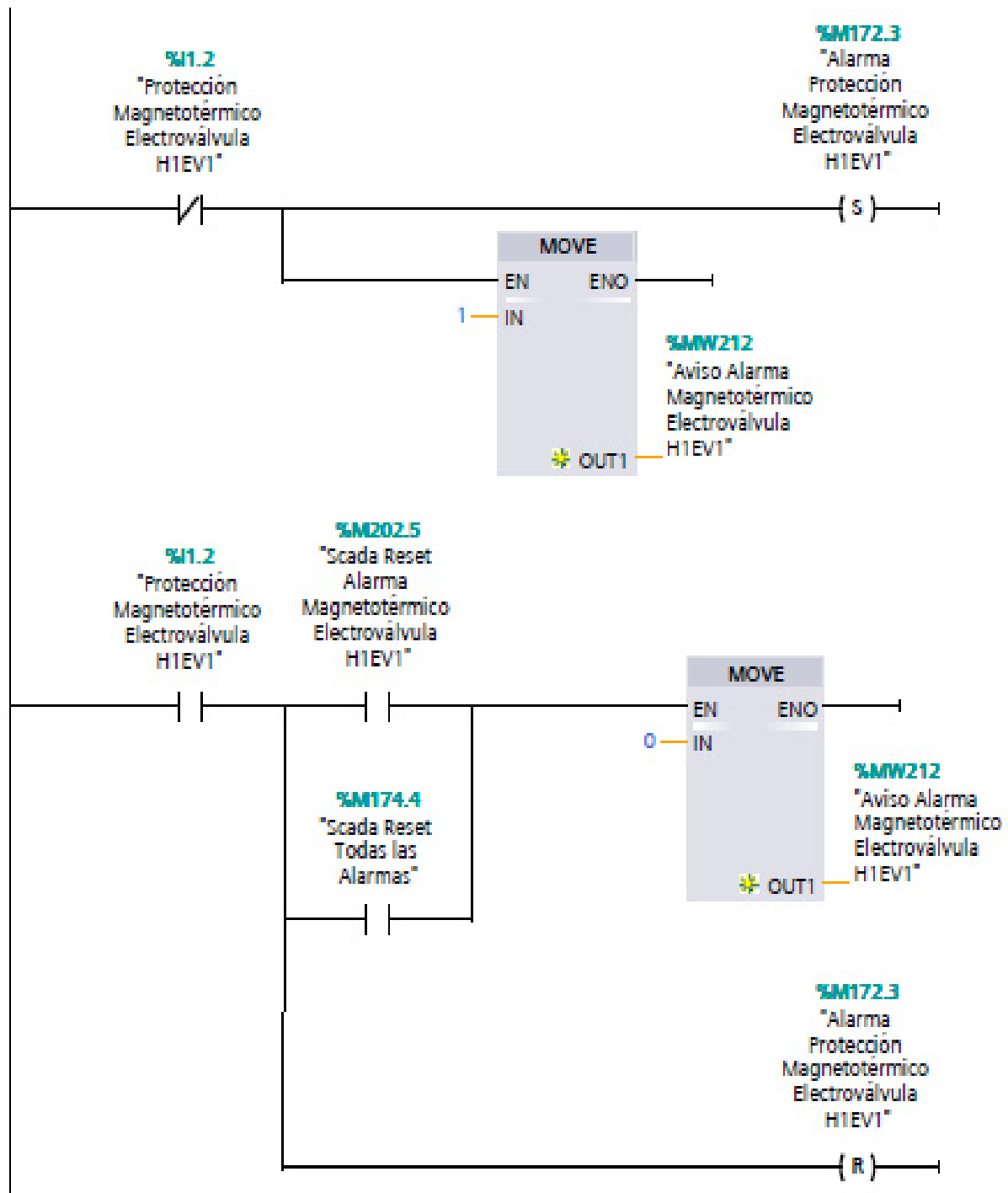


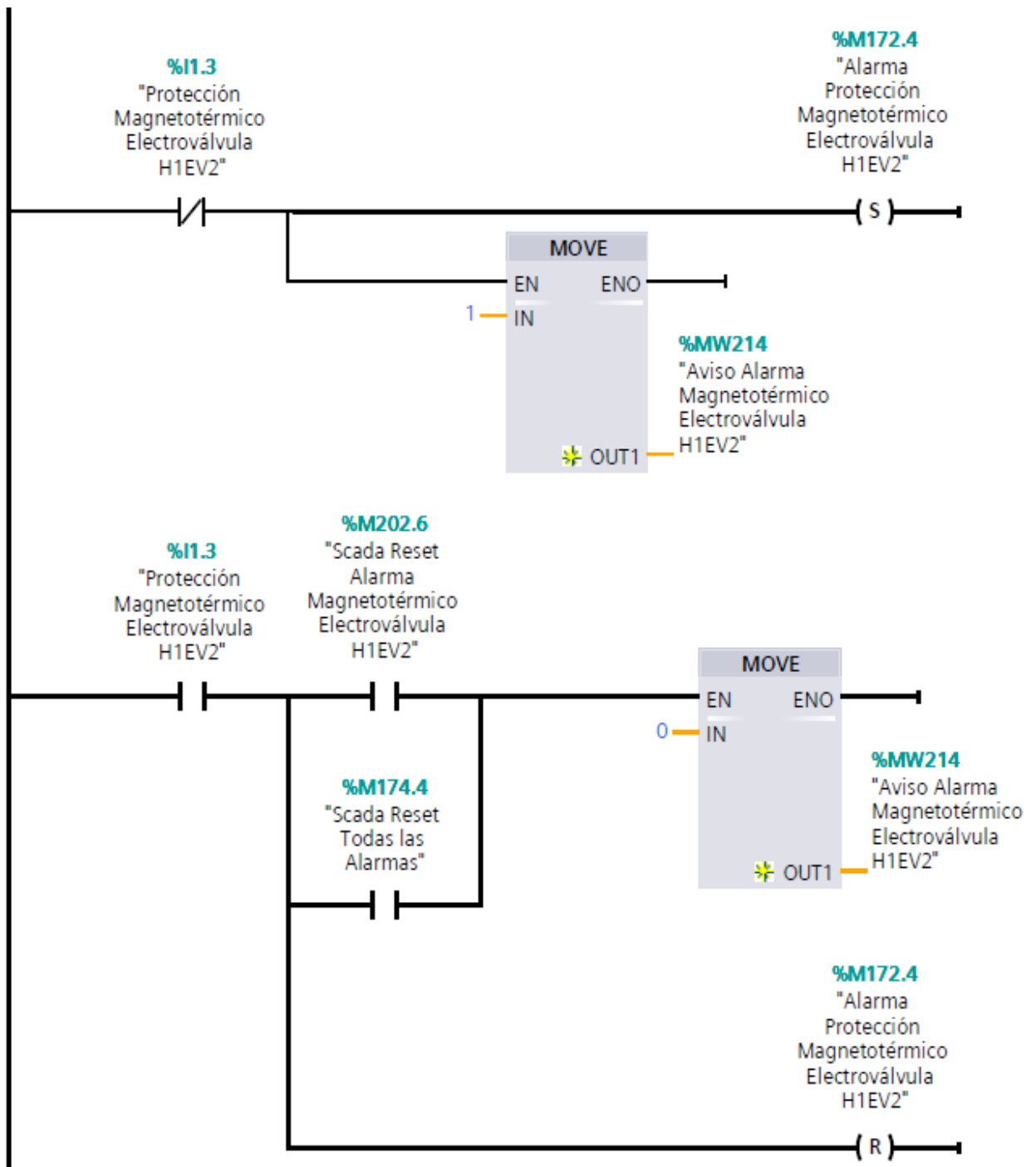


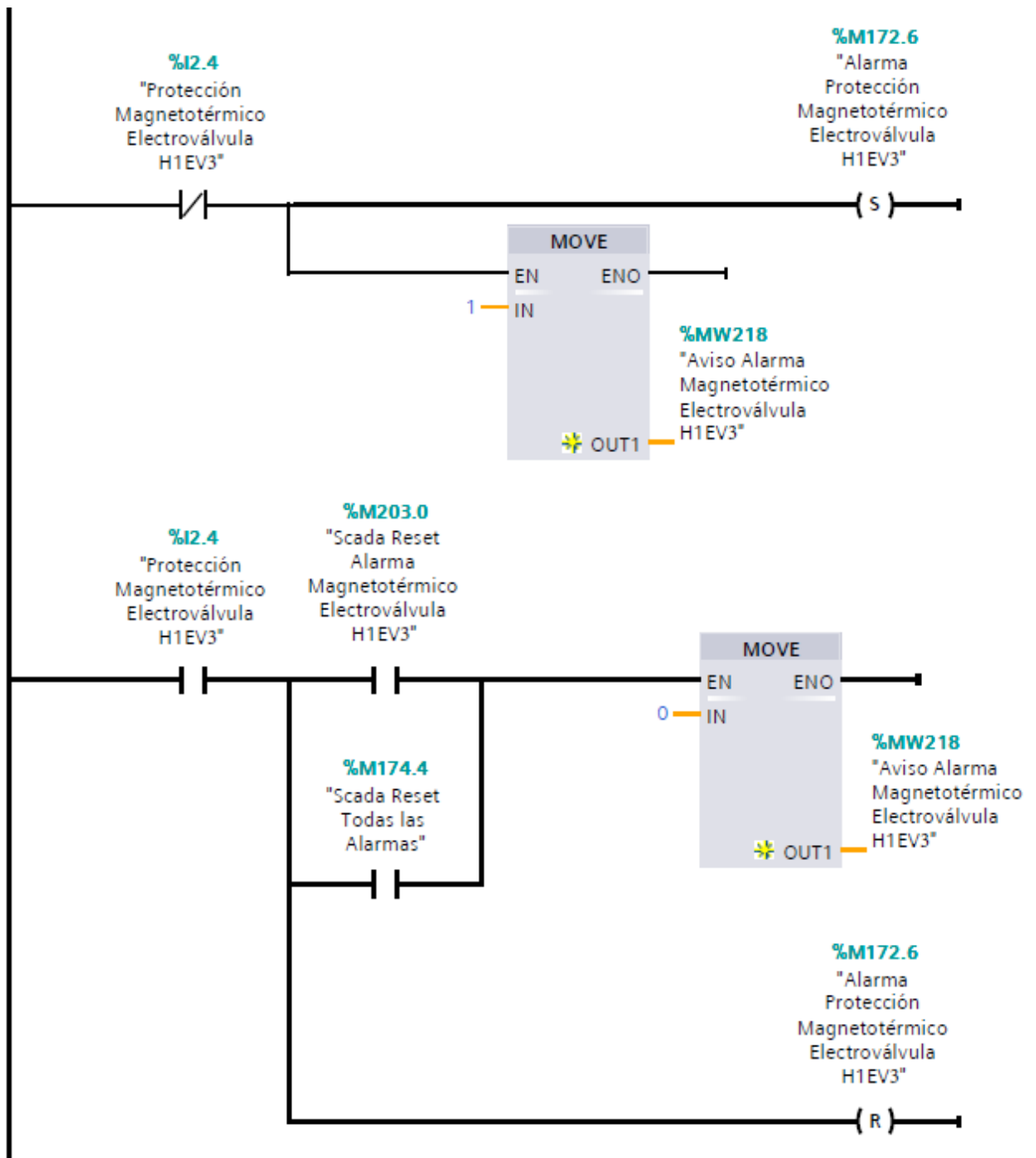


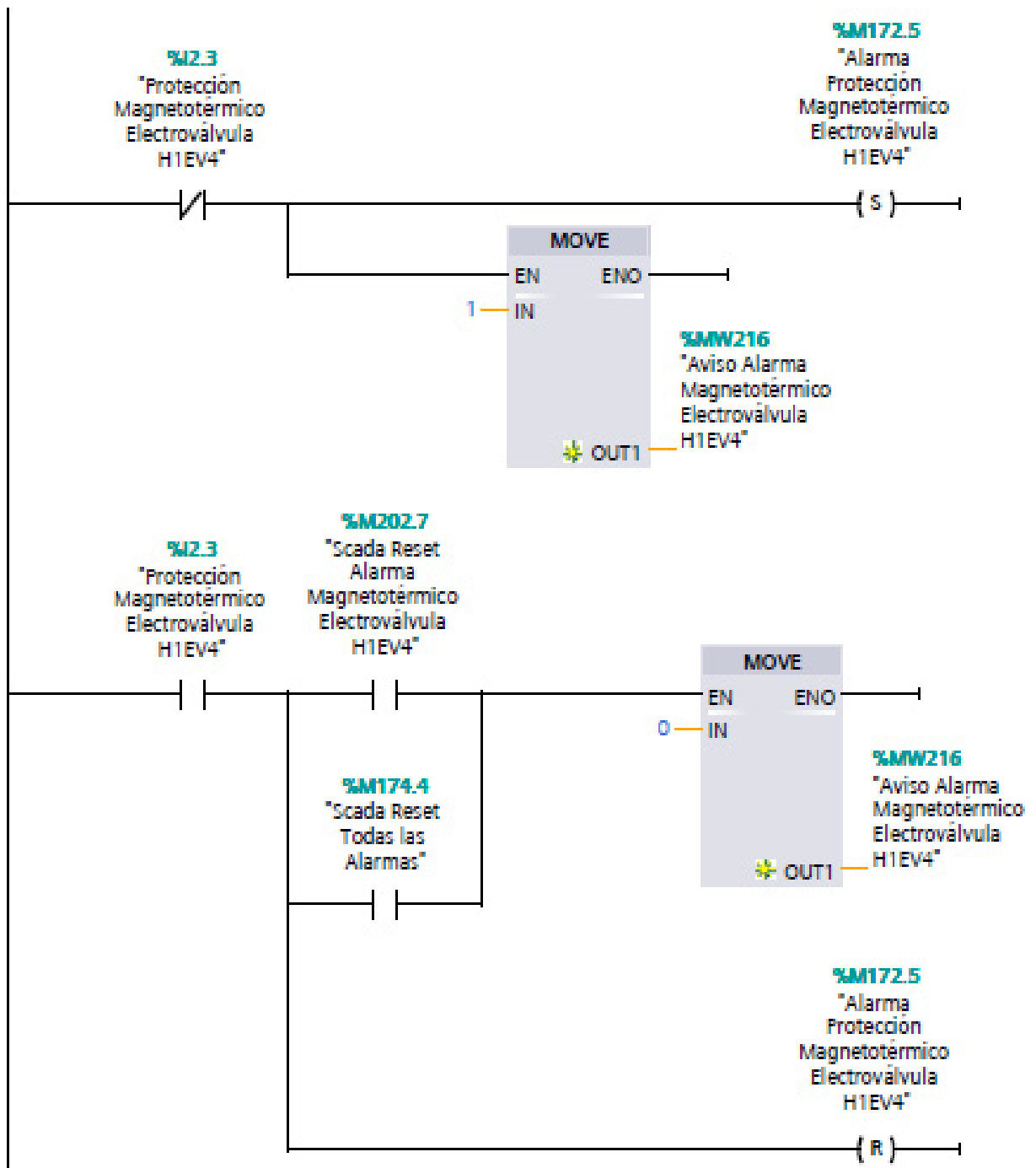


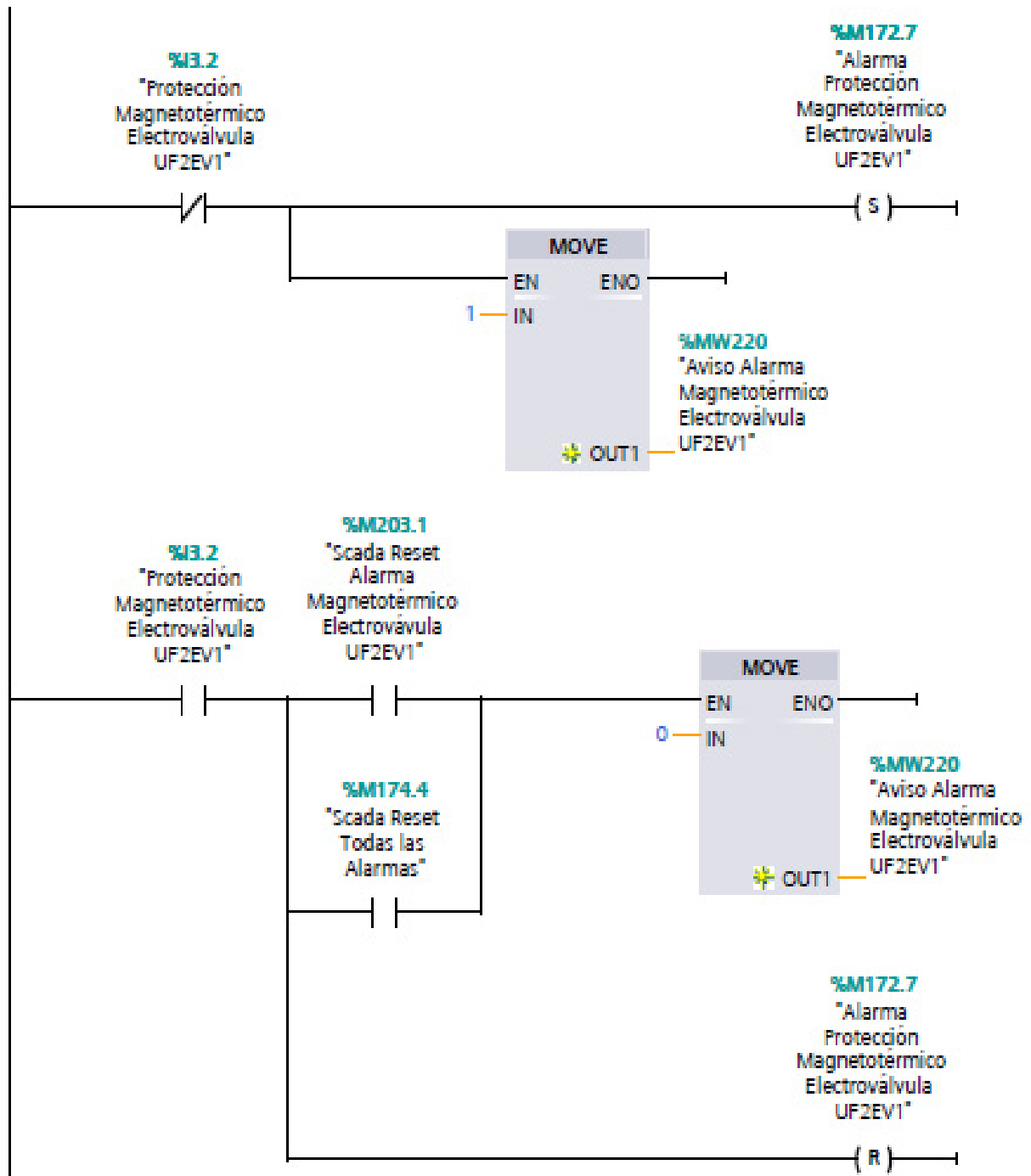


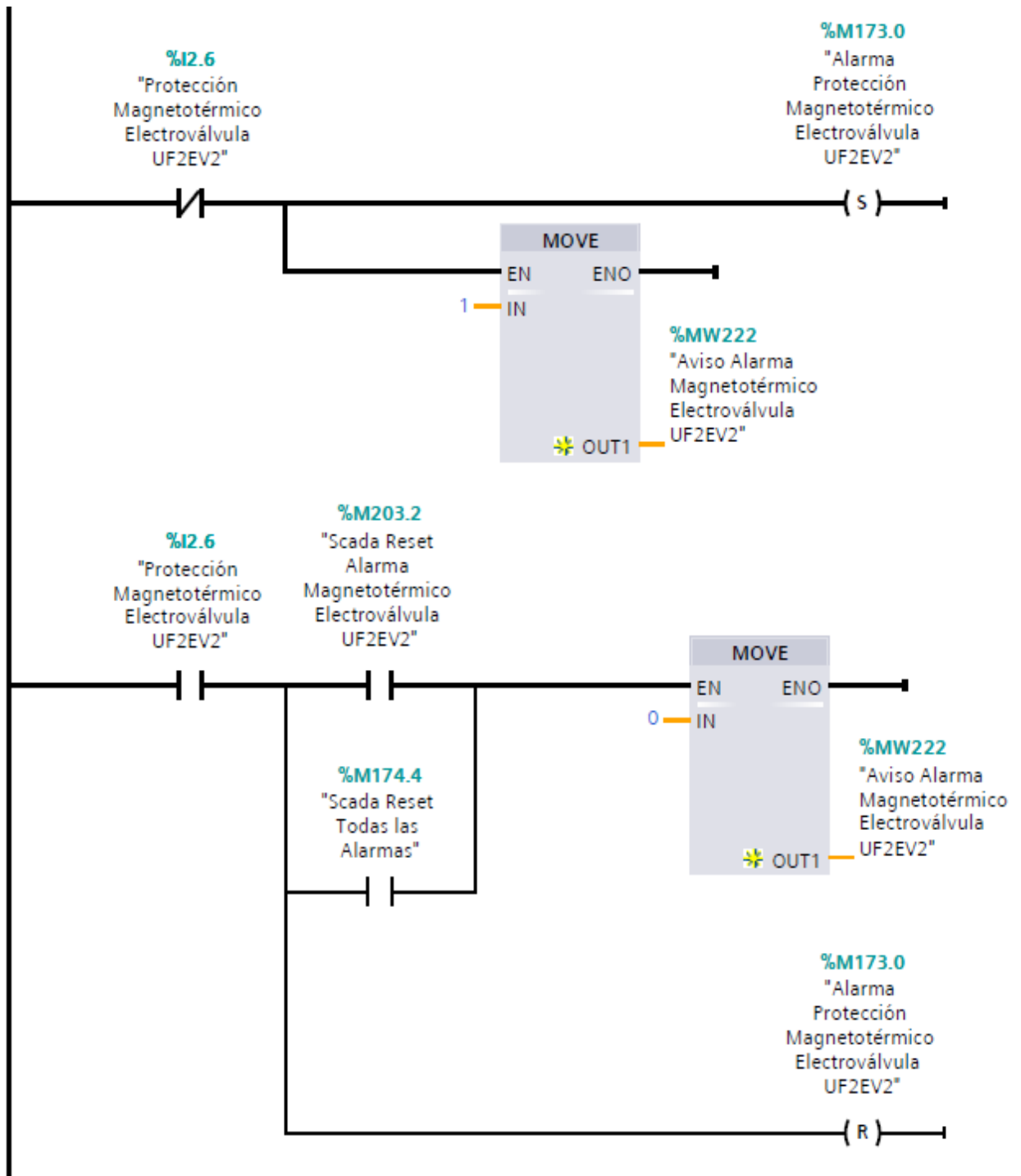


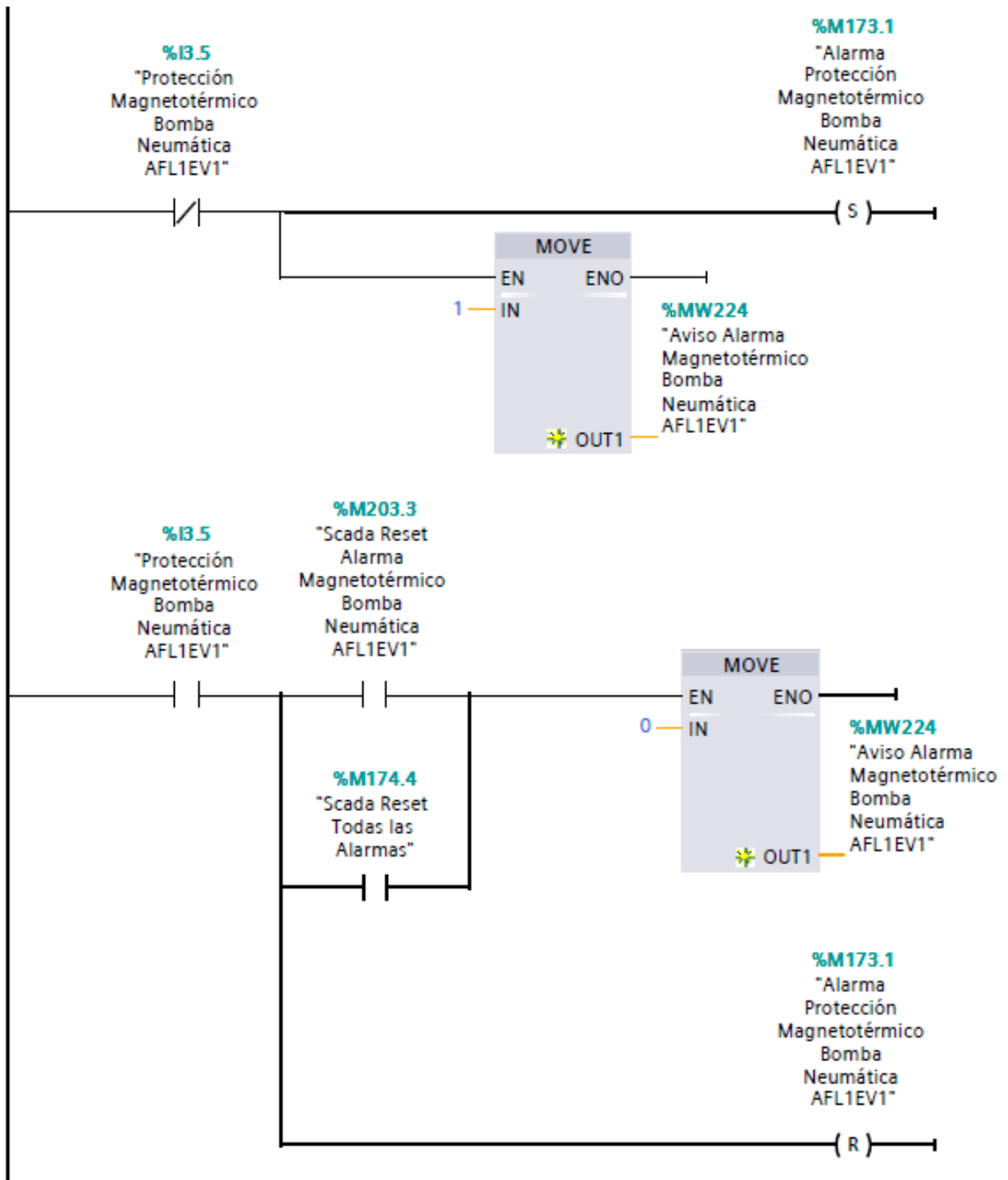


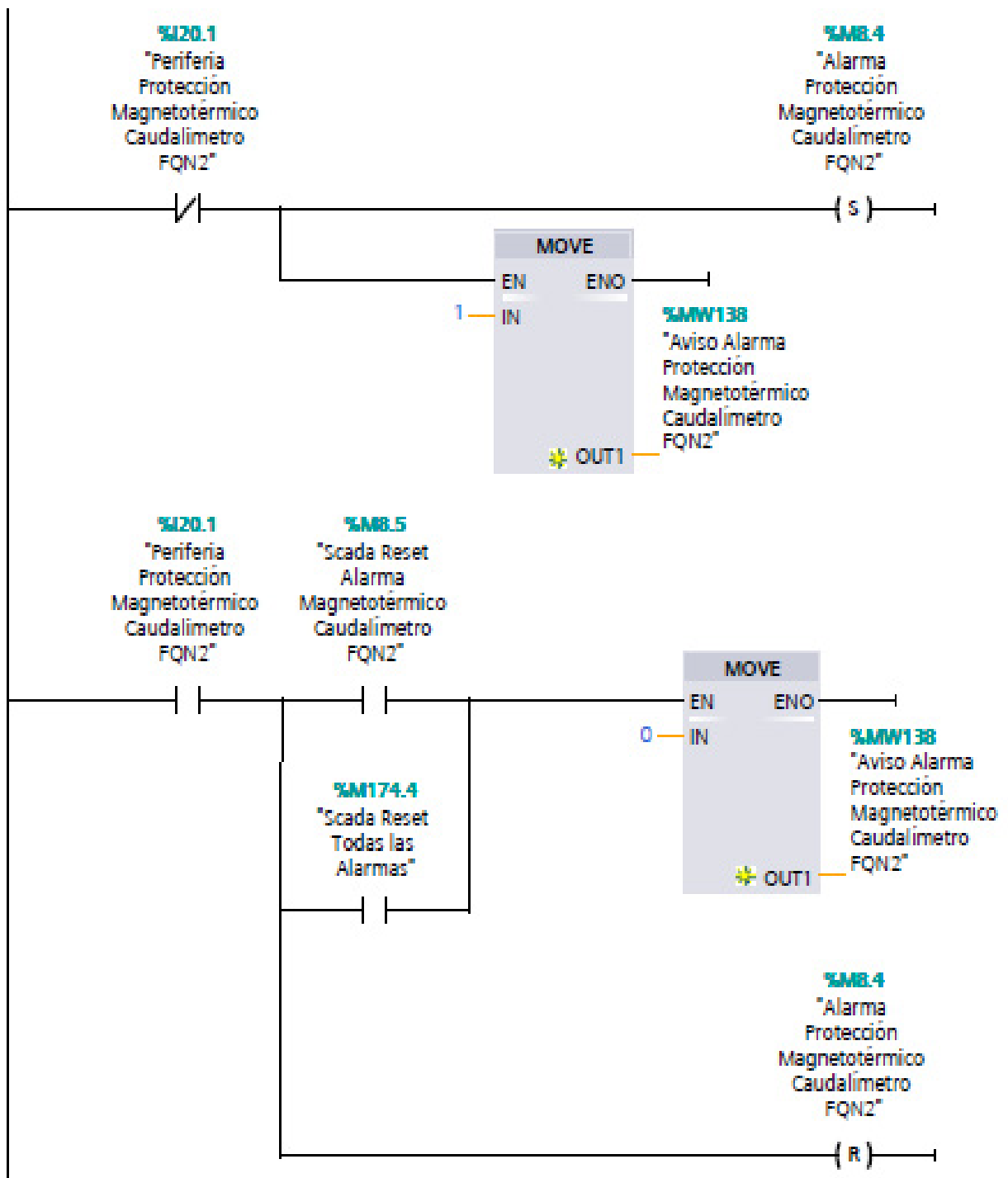


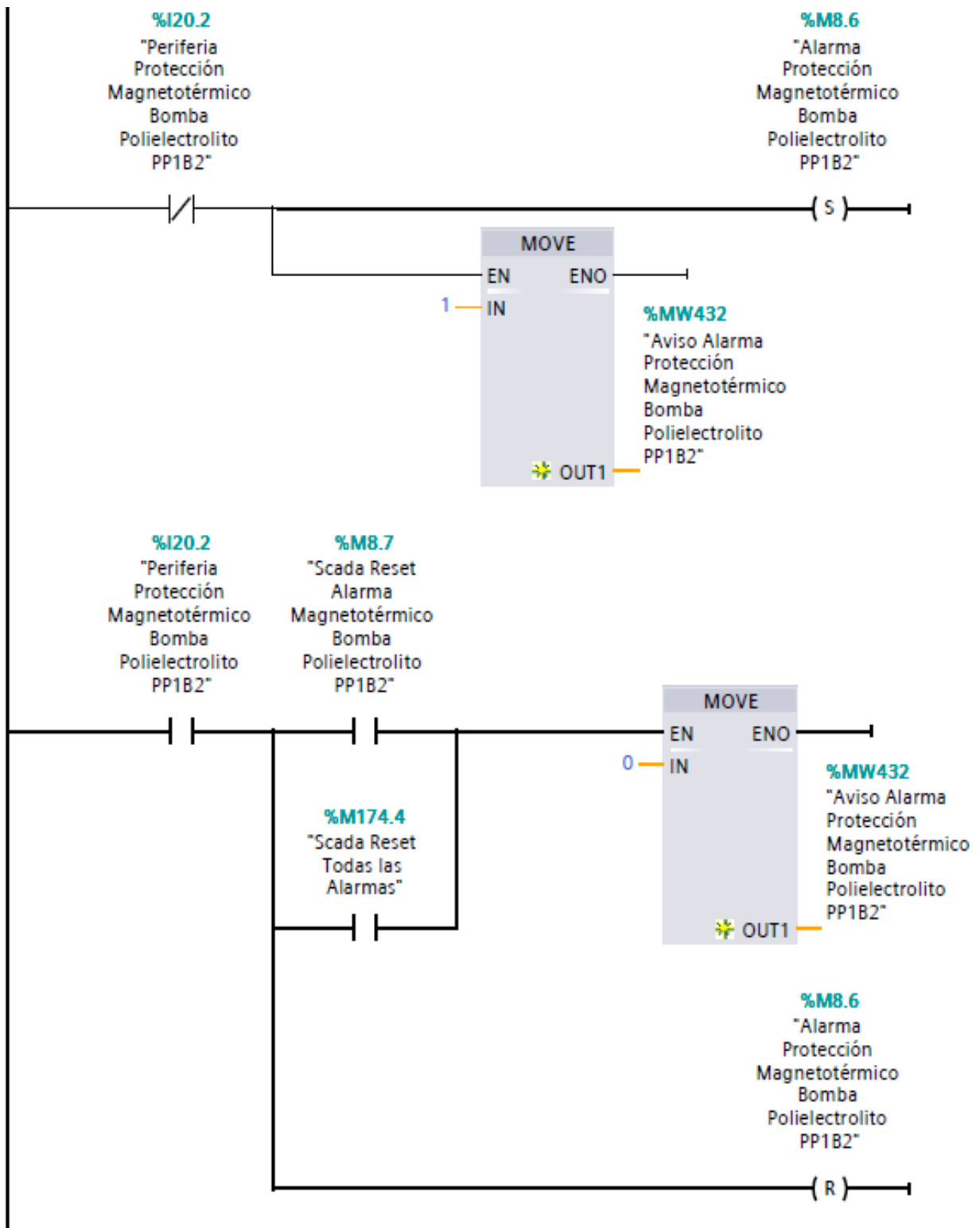


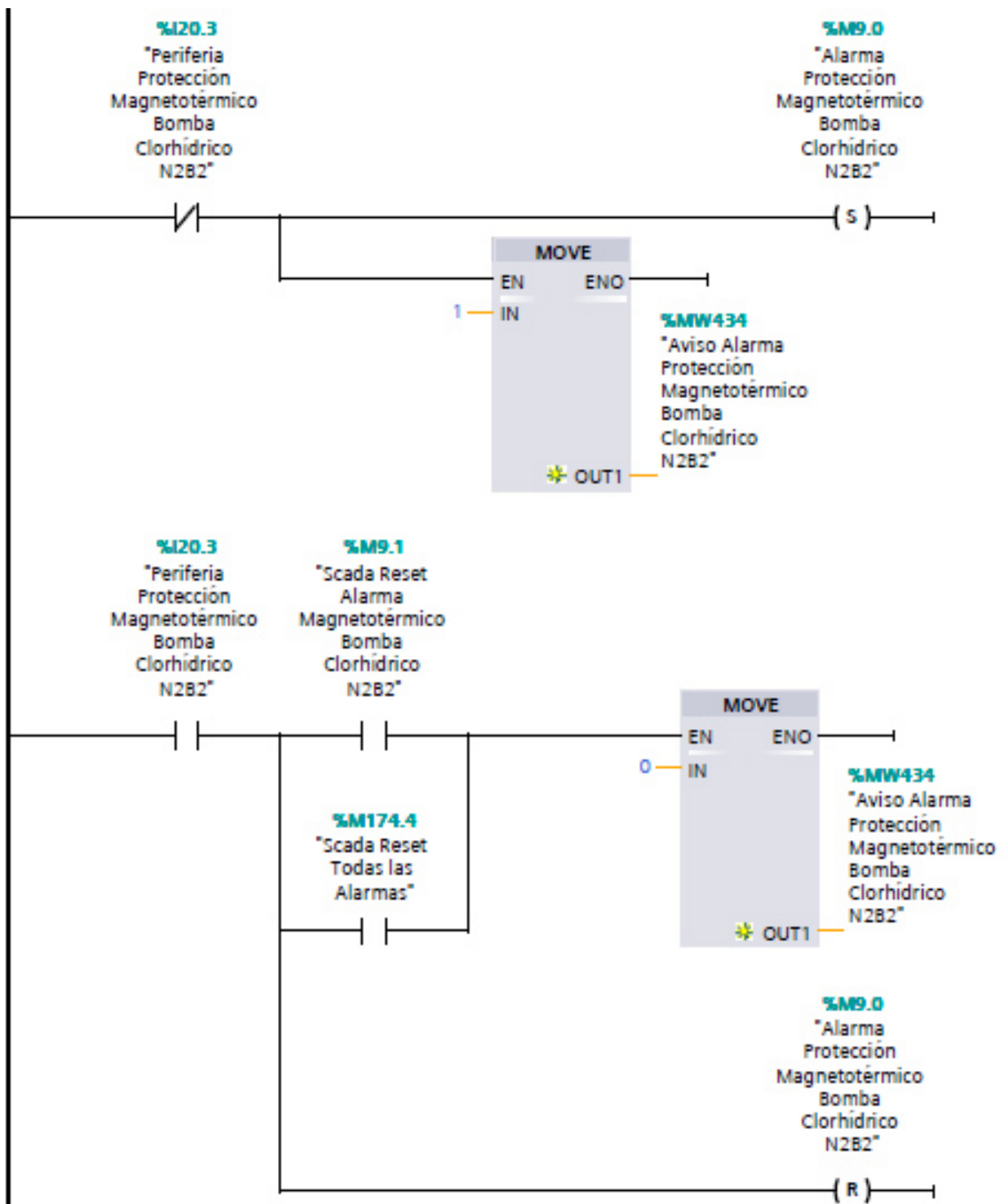


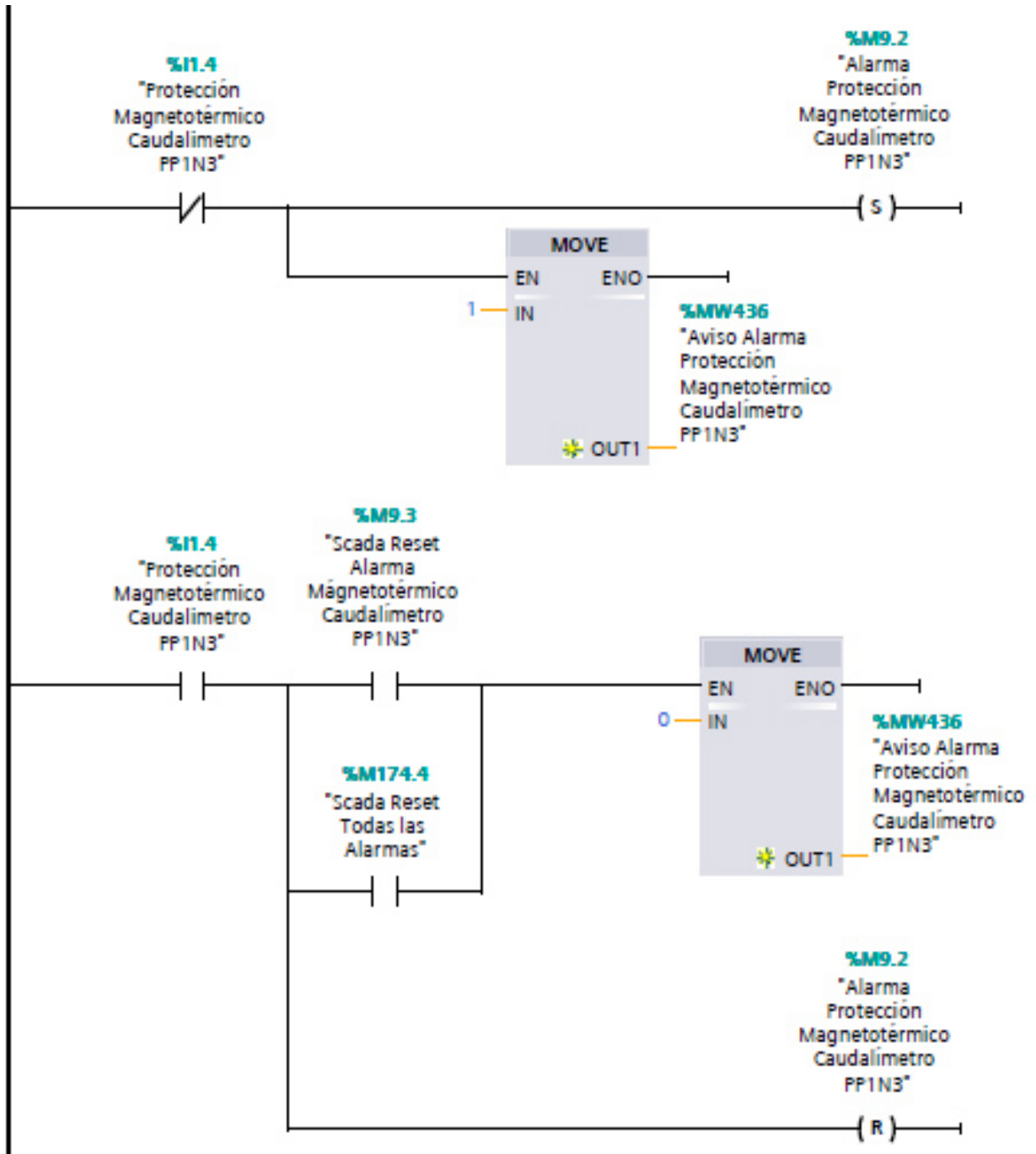


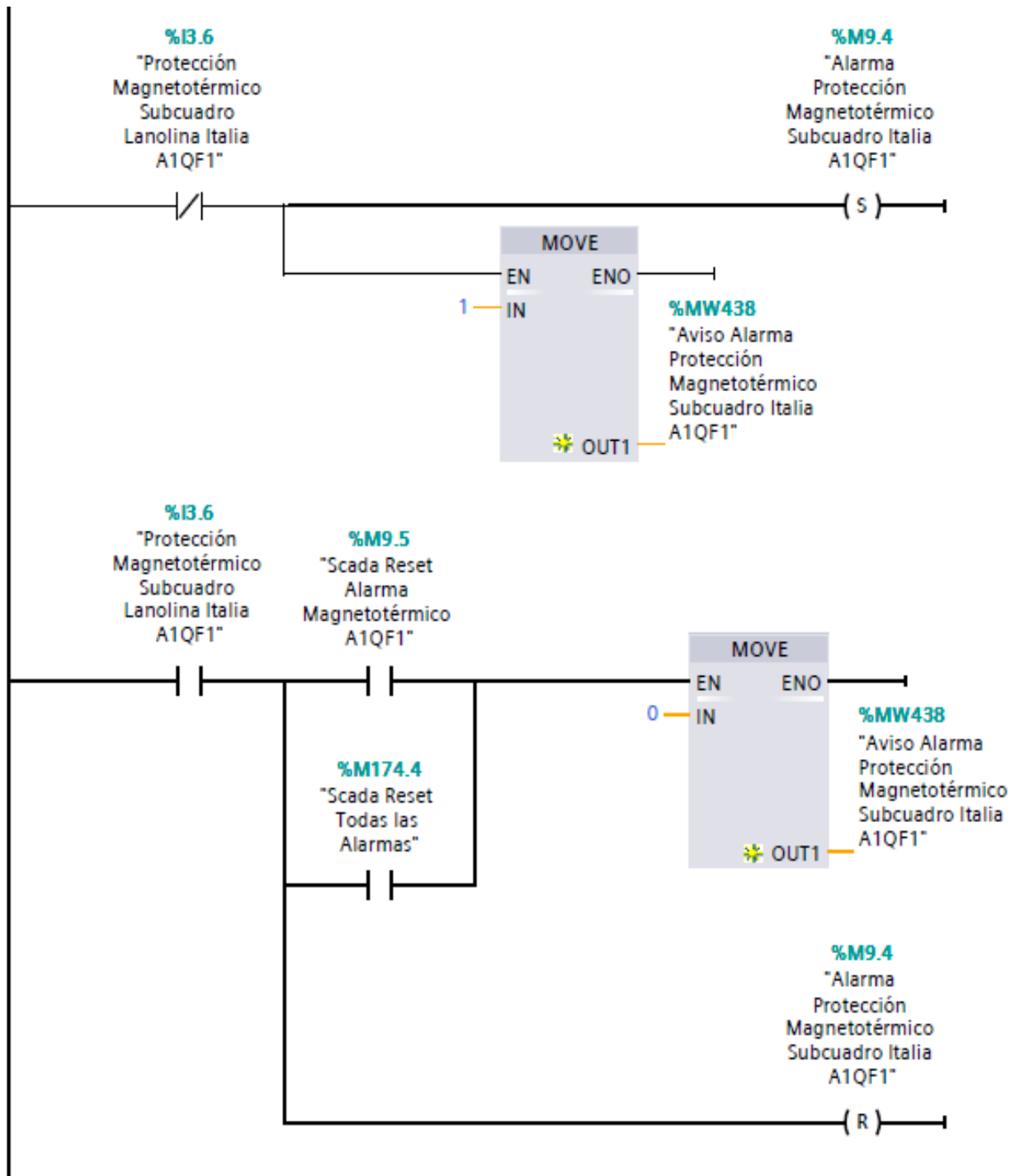


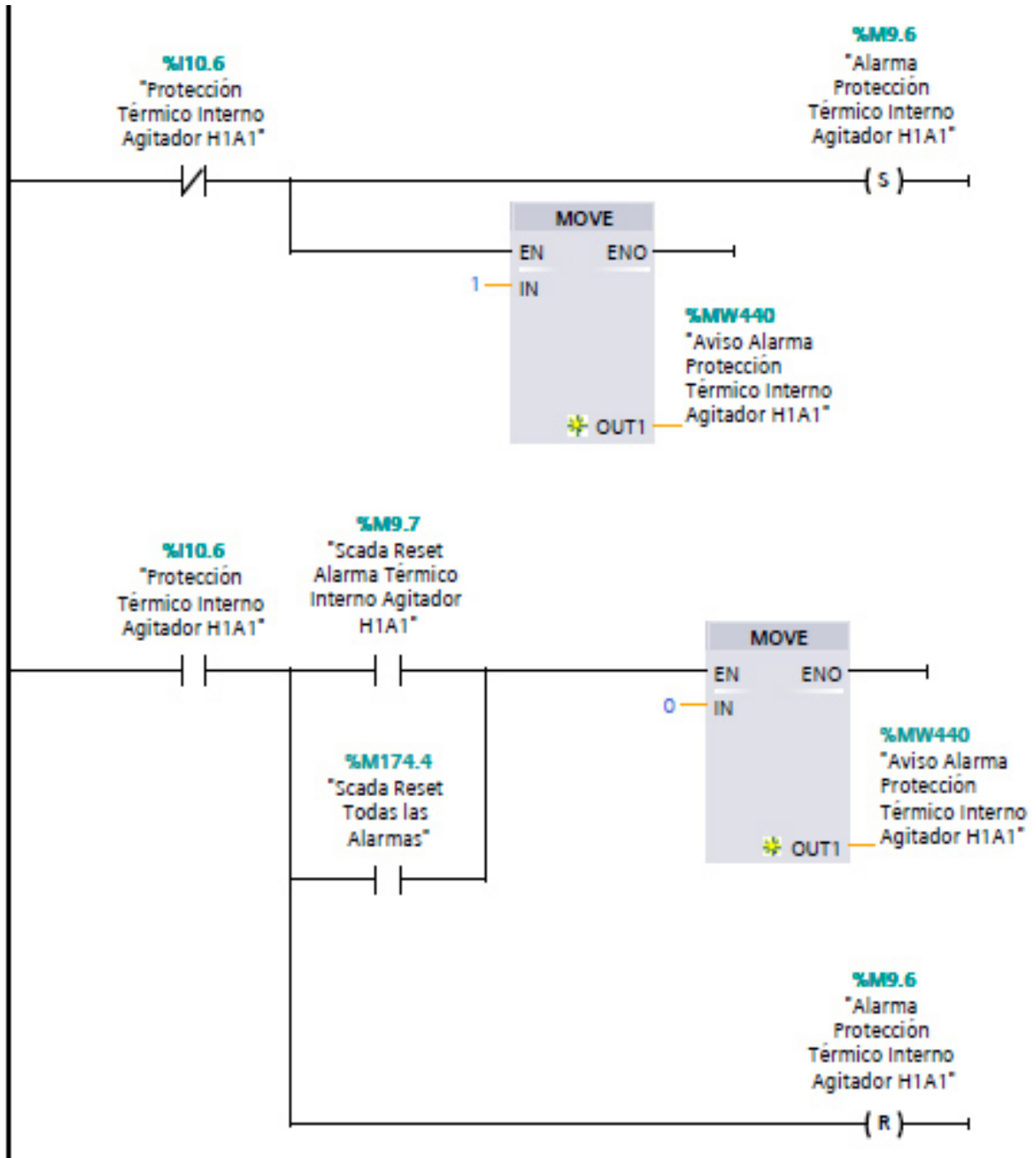


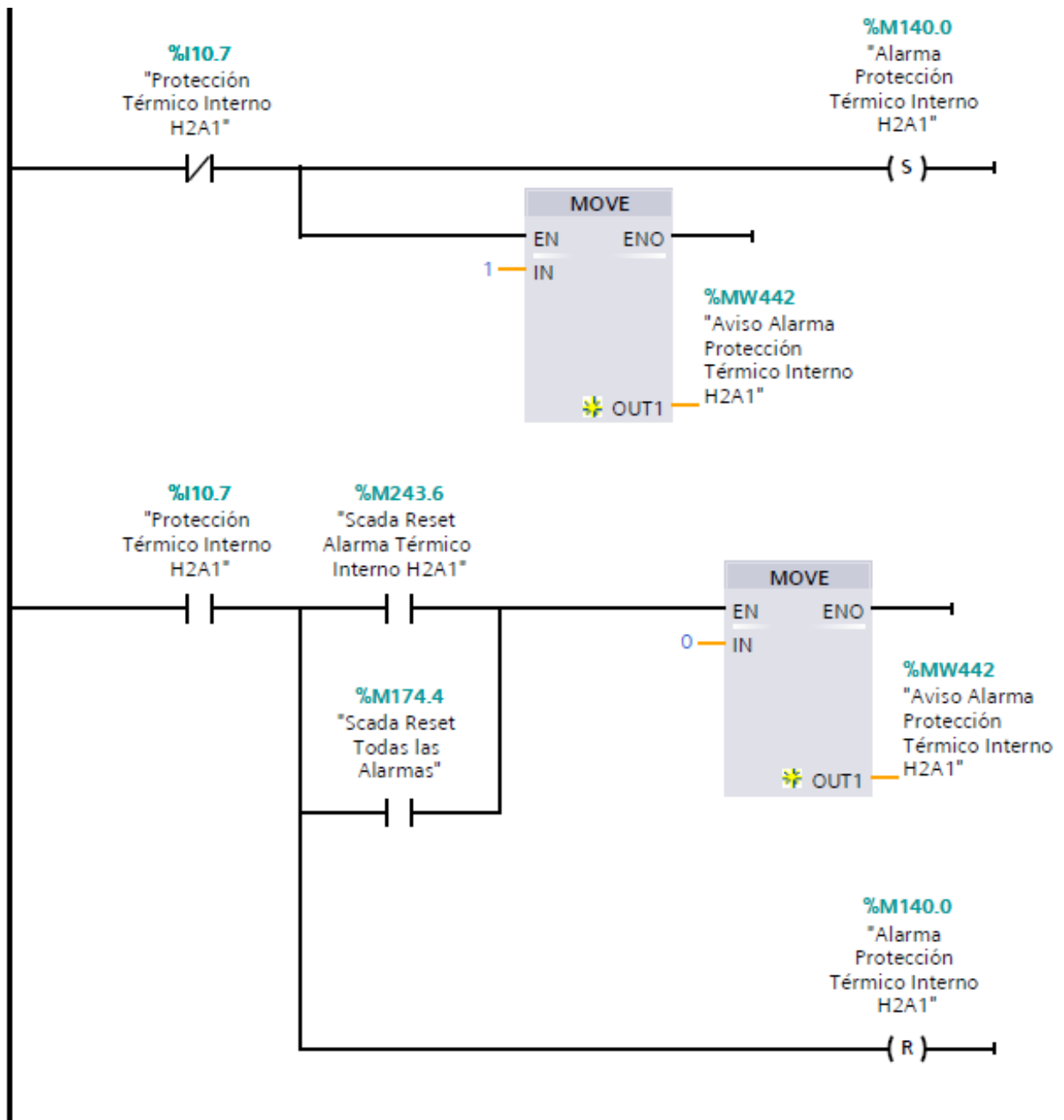












Todas estas alarmas se basan en la misma programación que las anteriormente explicadas. Cuando los sistemas de protección pasan a estado de corte, detectándose en ese momento como una entrada negada, activamos automáticamente y permanentemente la marca de la alarma. En ese momento, además, copiamos el valor

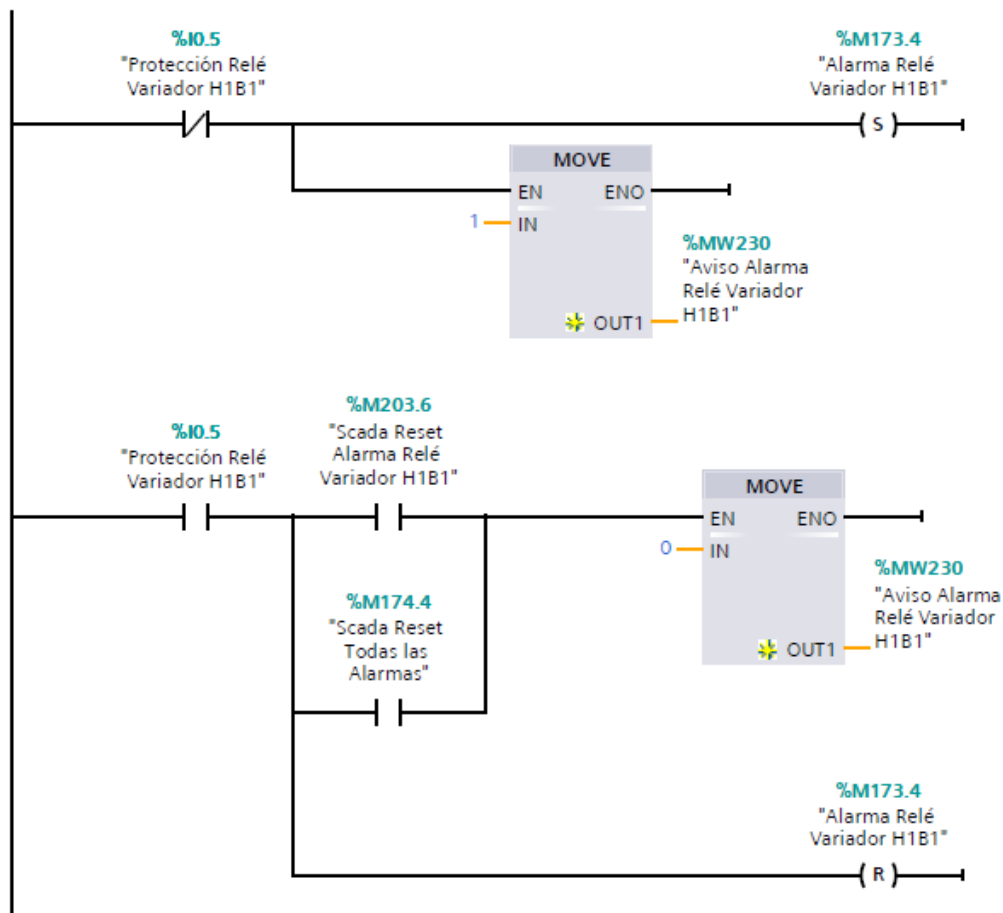


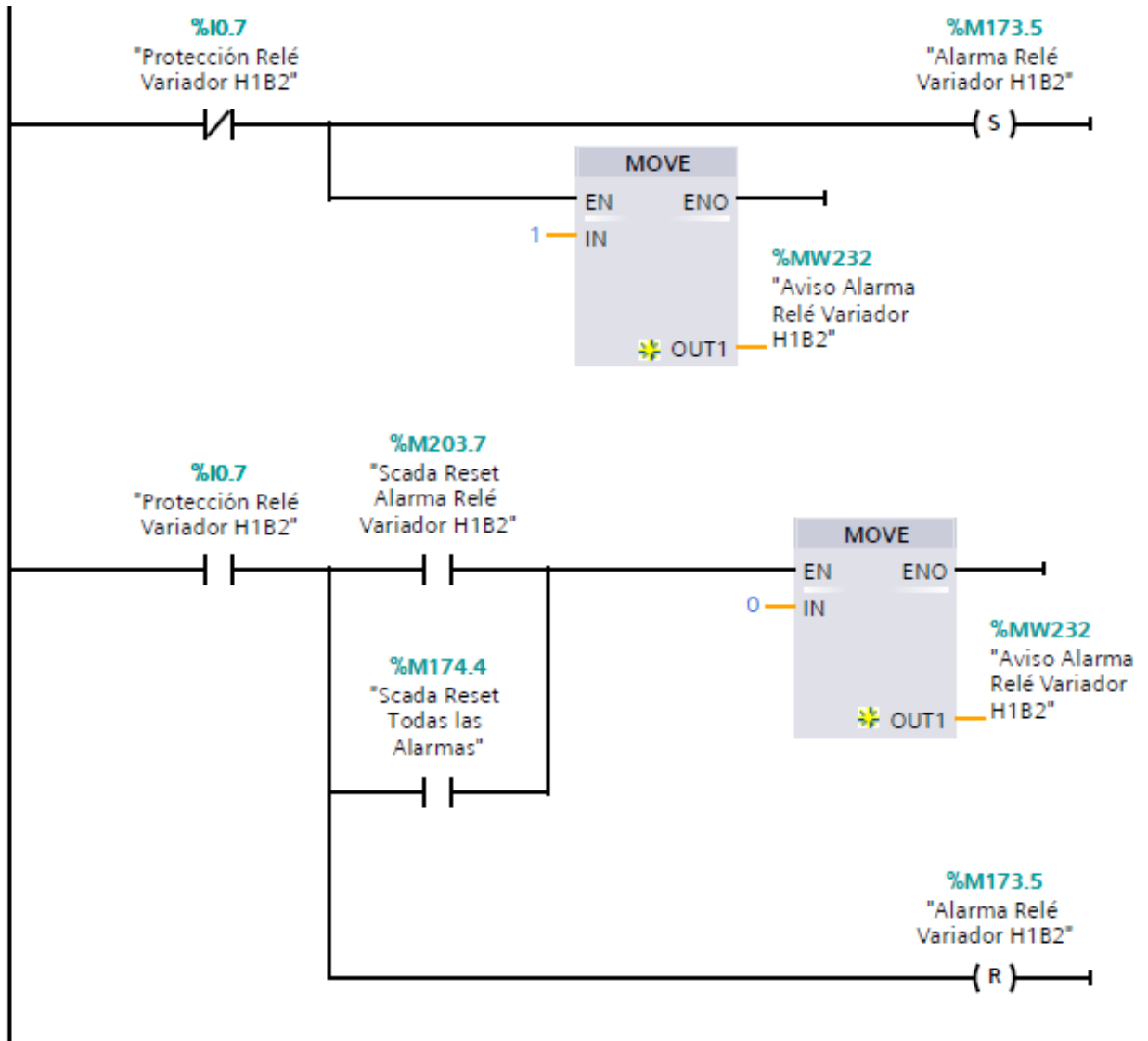
“1” de cada alarma a una variable de aviso de modo que esta nos aparecerá activa en pantalla.

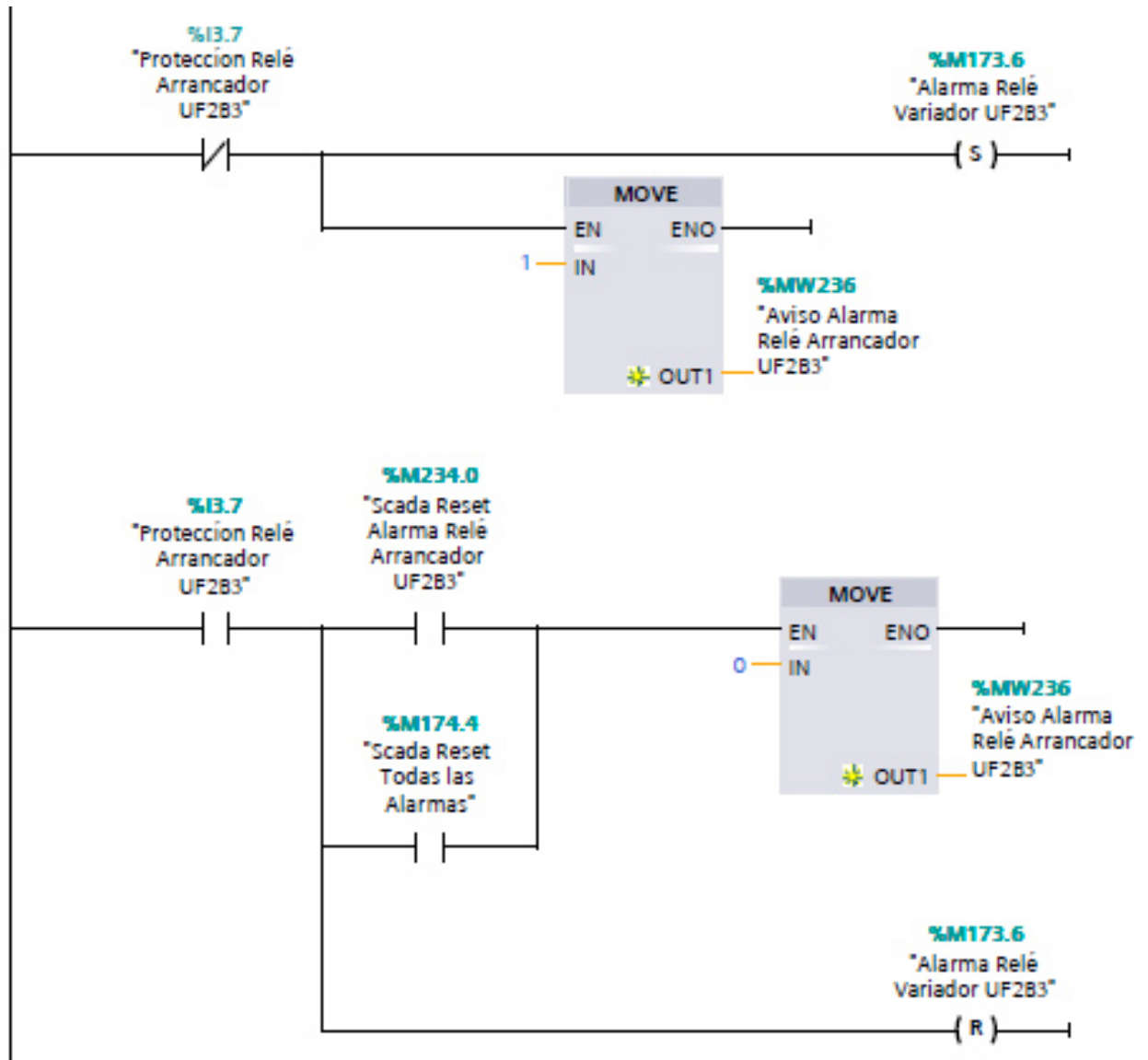
Una vez el sistema de protección o los sistemas de protección correspondientes vuelven a estar activos, desactivaremos permanentemente la pantalla.

Por otro lado, y mientras estos últimos permanezcan en conducción, tendremos la posibilidad de copiar el estado “0” al aviso que anteriormente habíamos marcado con valor “1” para que aparezca desactivado en pantalla. Esto ocurrirá cuando realicemos un RESET, ya sea del protector individual correspondiente, o un RESET global de todas las alarmas.

4.5.2.45) ALARMAS PROTECCIÓN VARIADORES/ARRANCADORES



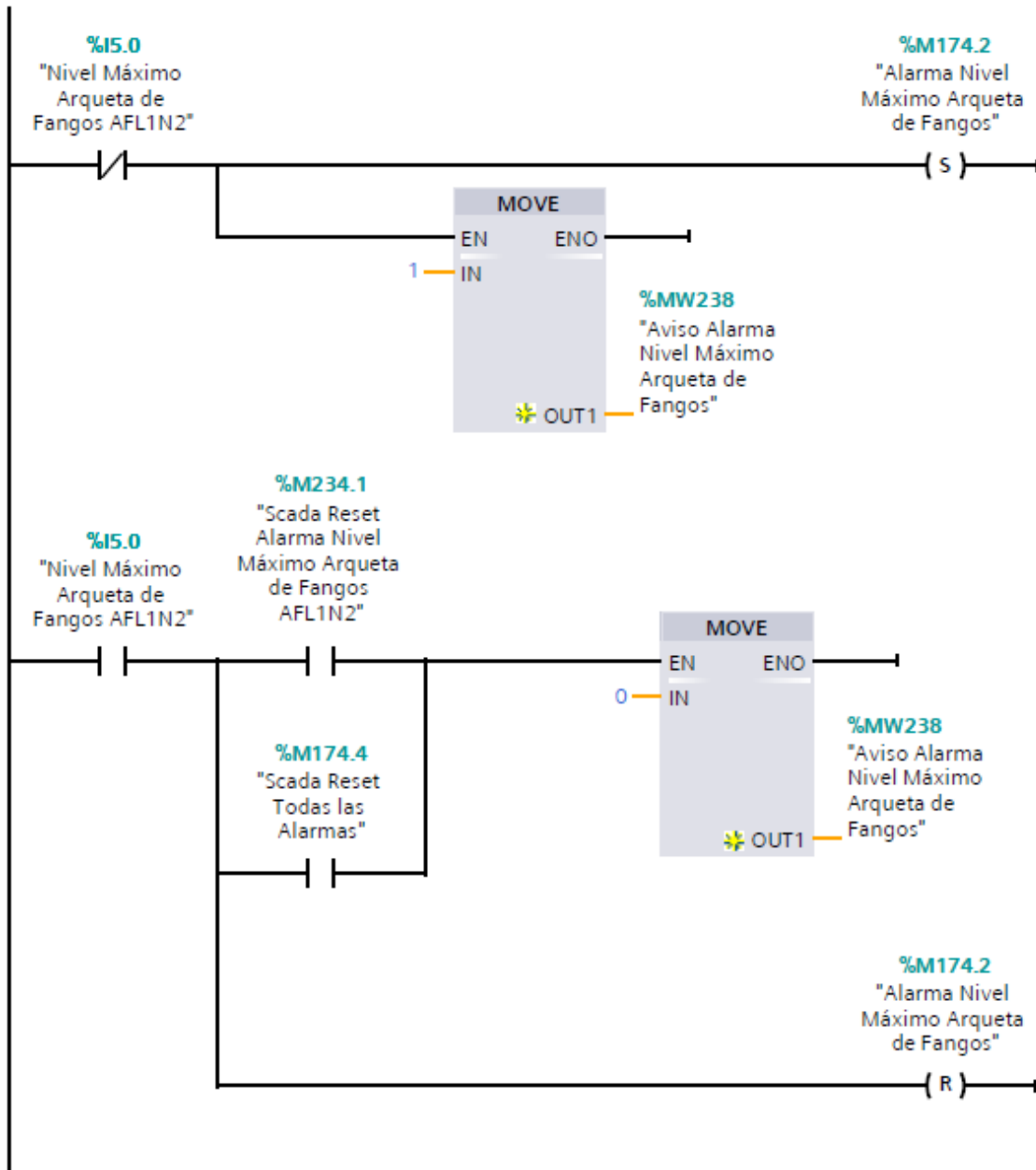




Se basa en el mismo código de programación, pero esta vez son los relés colocados en el variador y no los magneto térmicos de protección los encargados de mostrar o no el aviso de alarma.



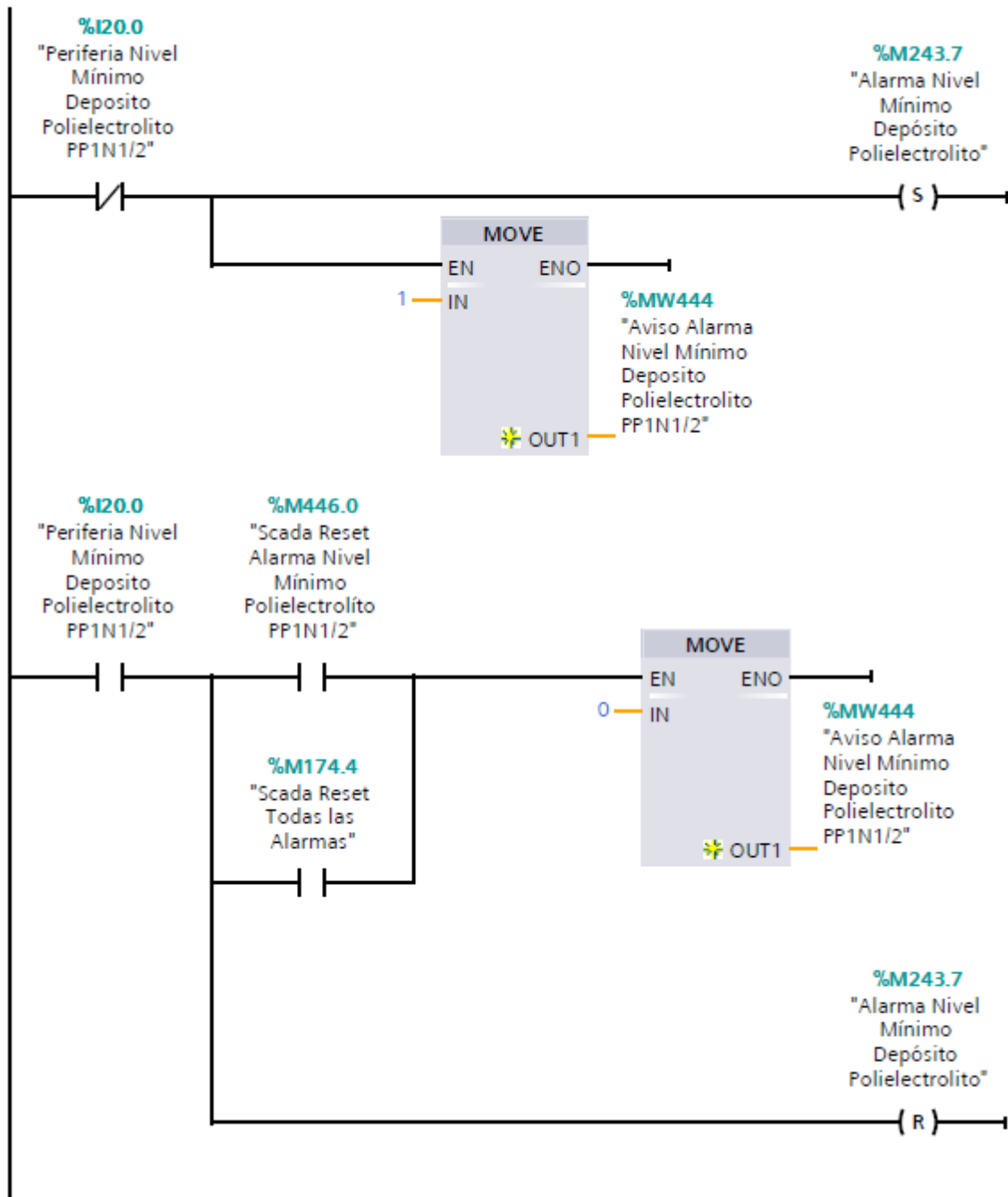
4.5.2.46) ALARMA NIVEL MÁXIMO ARQUETA DE FANGOS



Mismos comandos durante la programación, siendo esta vez un sensor el encargado de activar cuando detecta el estado de corte y desactivar la alarma cuando vuelve a detectar el nivel.



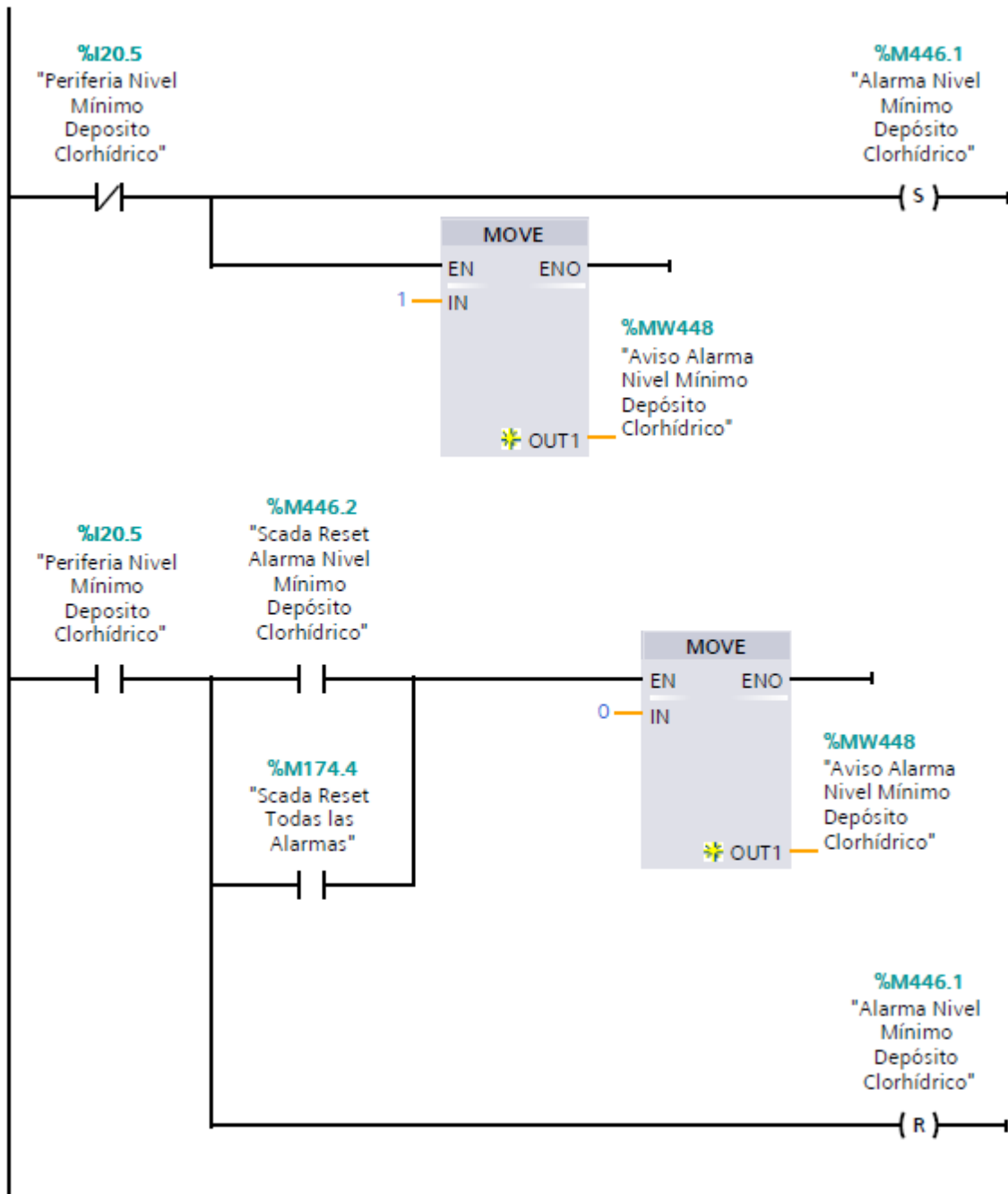
4.5.2.47) ALARMA NIVEL MÍNIMO POLIELECTROLITO



Idénticamente a las anteriores alarmas, siempre diferenciando cada sensor con su correspondiente alarma.

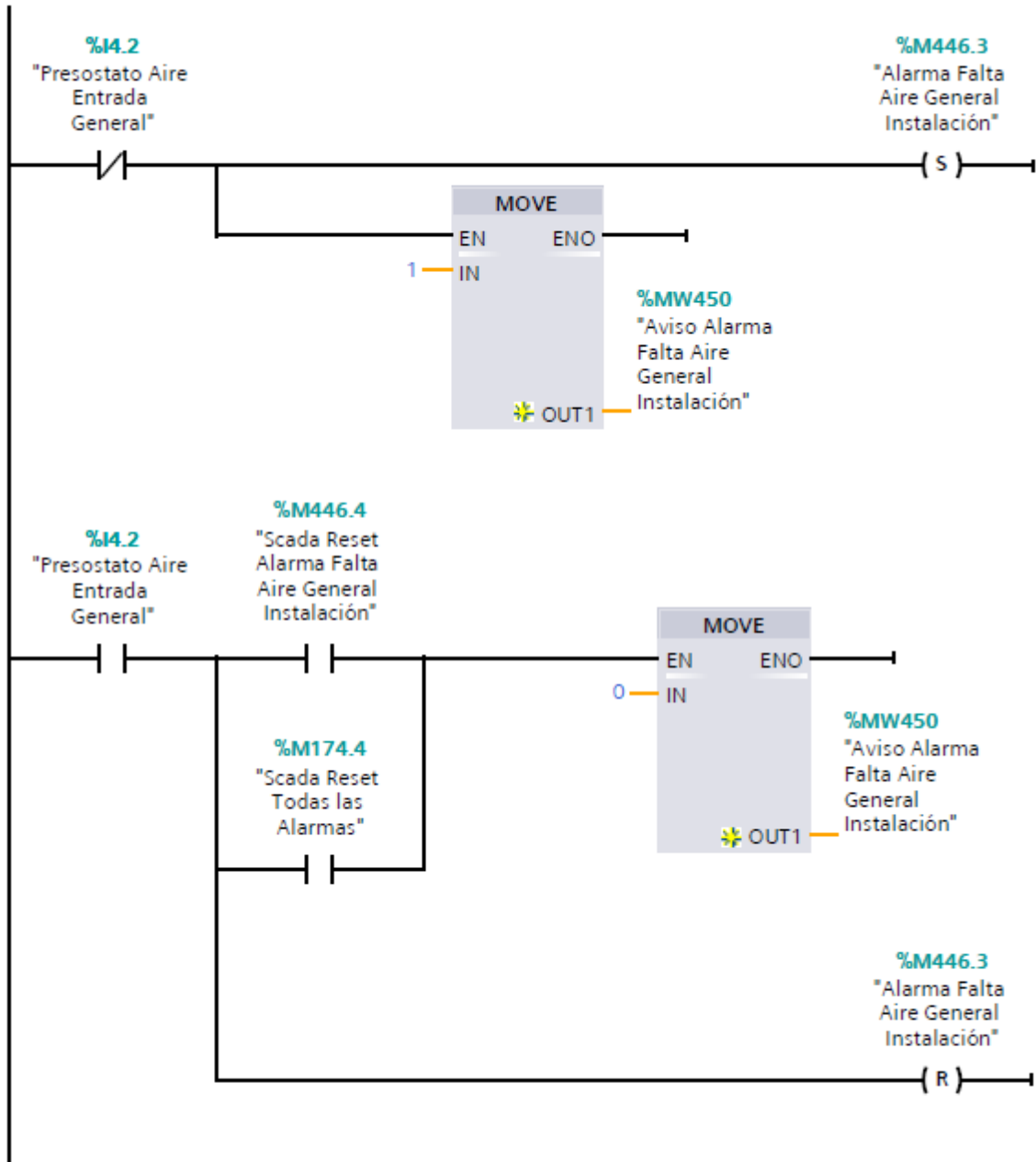


4.5.2.48) ALARMA NIVEL MÍNIMO CLORHÍDRICO



Mismo principio de programación.

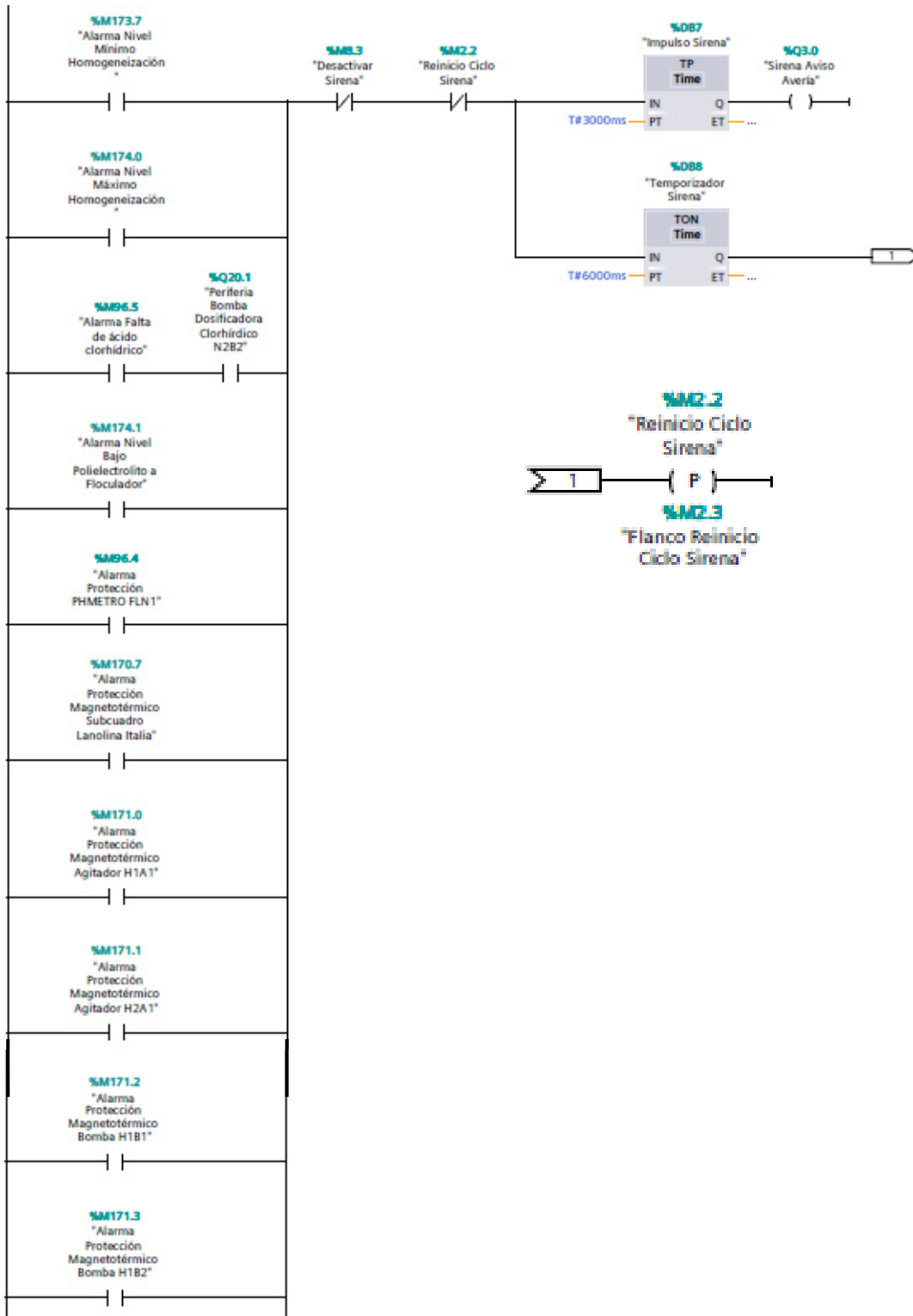
4.5.2.49) ALARMA FALTA DE PRESIÓN DE AIRE EN INSTALACIÓN

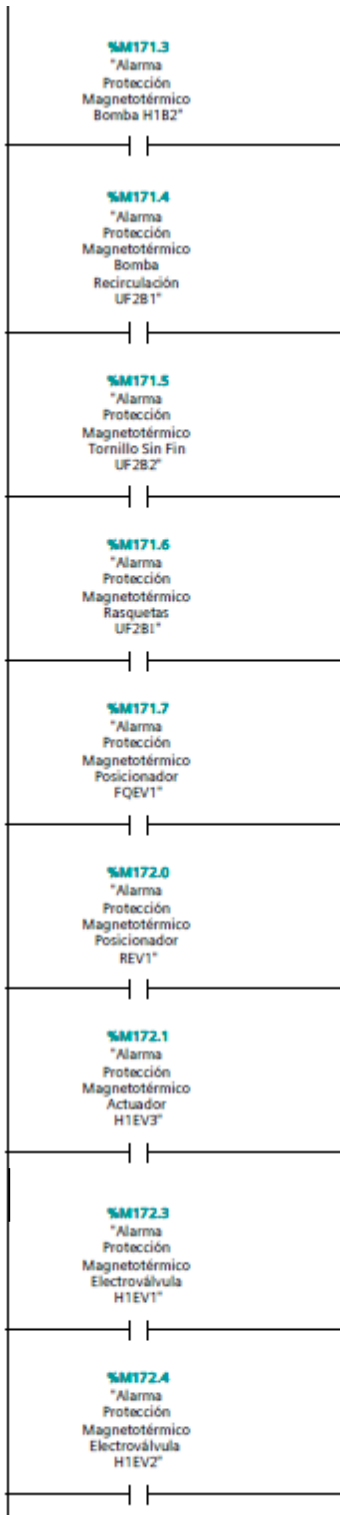


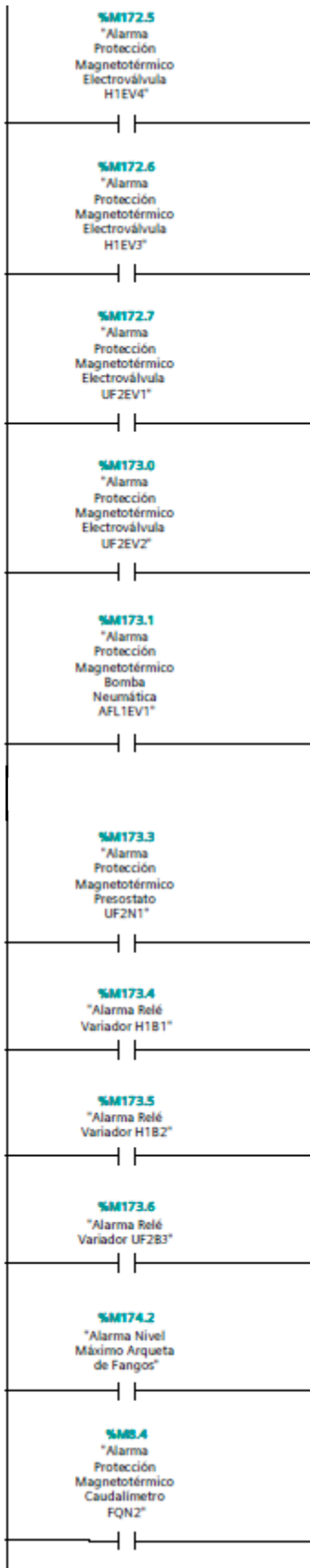
Mismo procedimiento de activación y de desactivación, tanto de alarma como de avisos.

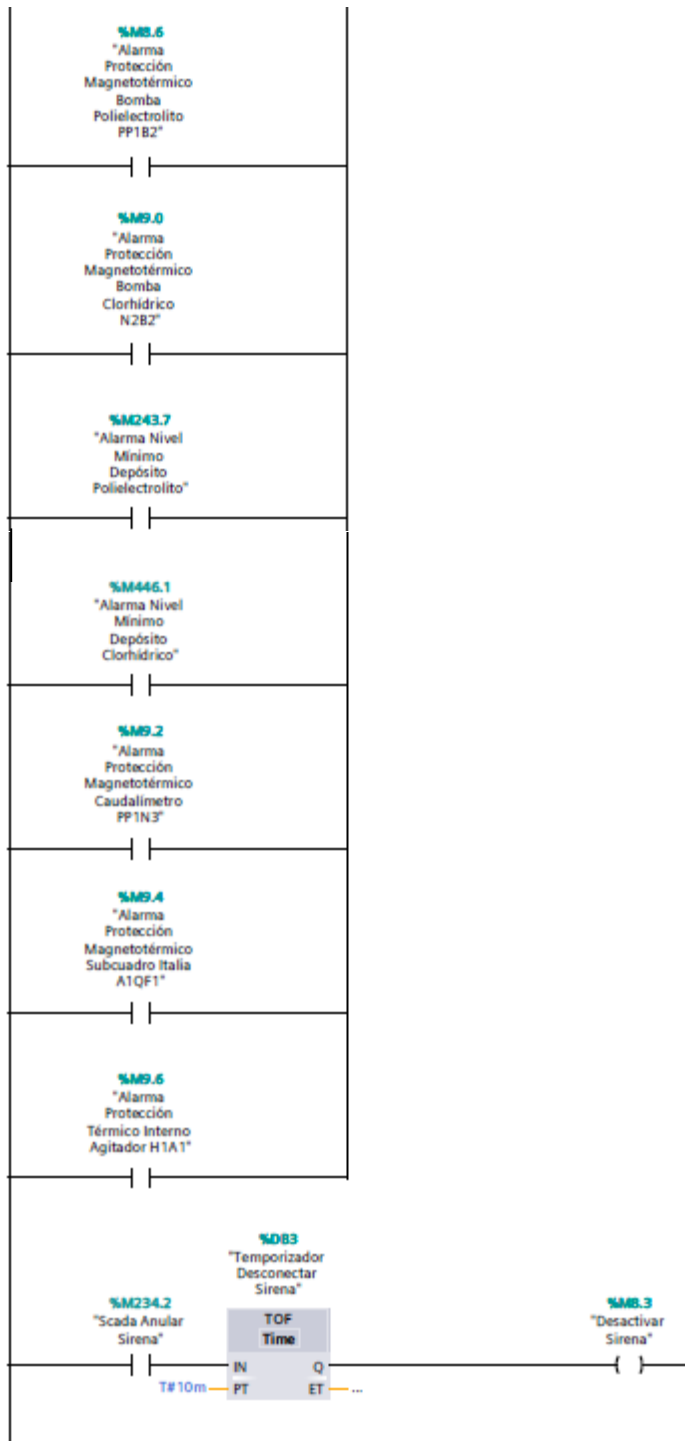


4.5.2.50) SIRENA









Siempre que "Desactivar Sirena" y "Reinicio Ciclo Sirena" se encuentren desactivadas, y en el momento en el que cualquiera de las señales colocadas paralelamente se activen, realizaremos las siguientes acciones:

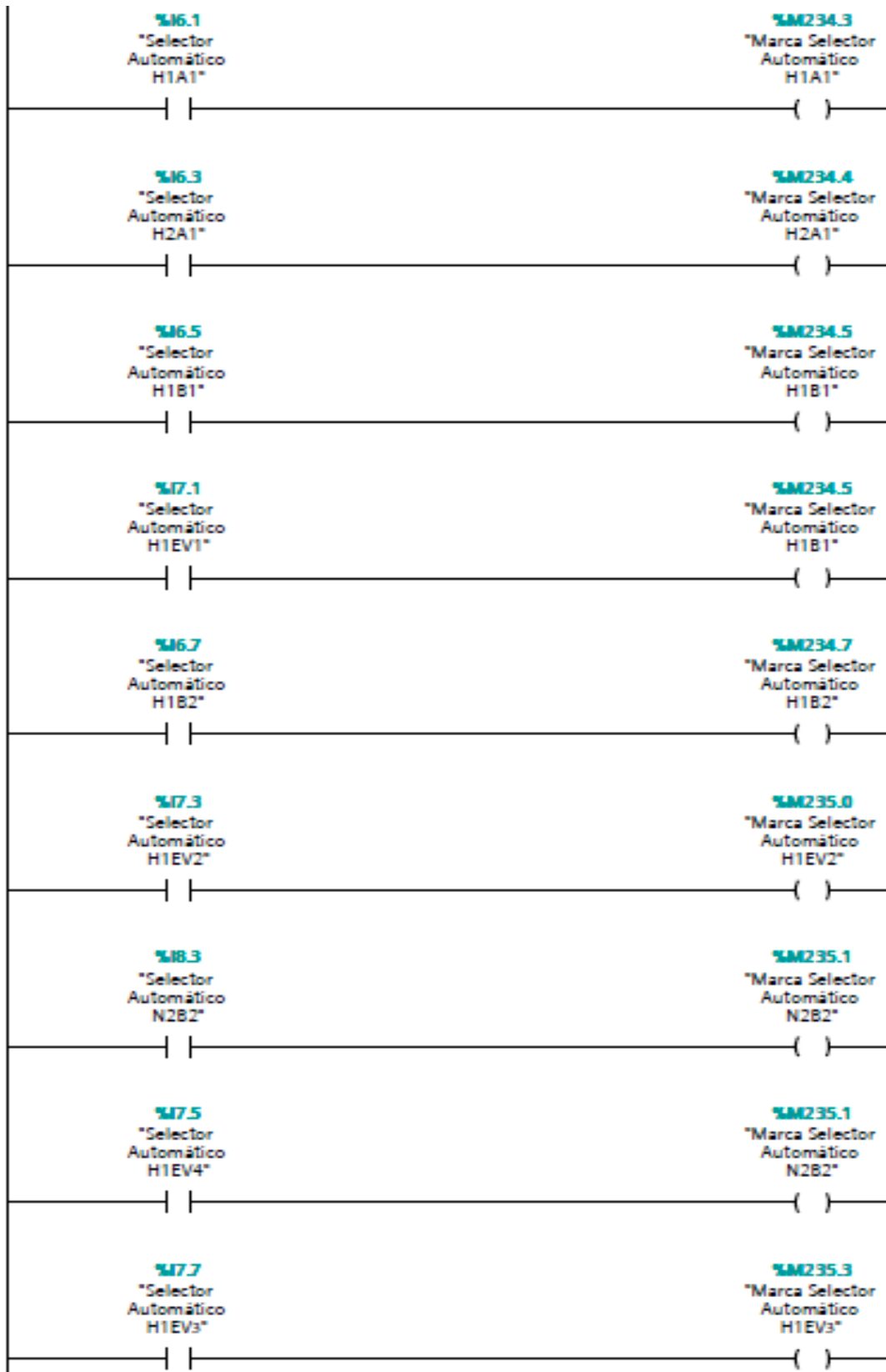


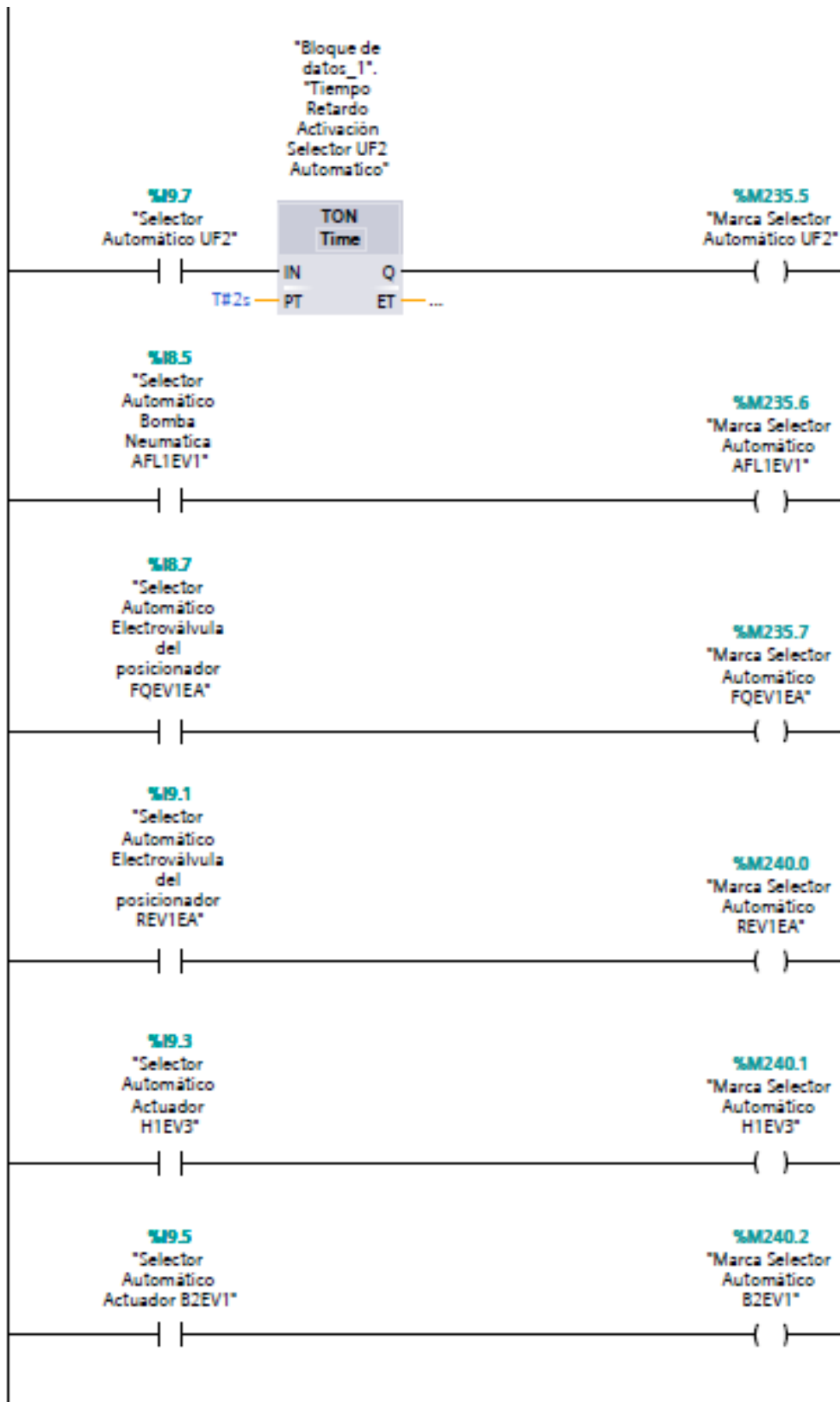
- 1- Activaremos un impulso de sirena de 3 segundos de duración, encargado de activar la salida “Sirena Aviso Avería” durante ese tiempo.
- 2- Tras un retardo al encendido de 6 segundos tendremos el estado lógico “1” en la señal “Reinicio Ciclo Sirena” durante un ciclo del programa. Activaremos la señal durante ese ciclo siempre que encontremos un flanco de subida. Por tanto, en caso de permanecer activa alguna de las alarmas, vuelva a producirse el sonido de la sirena que anteriormente explicábamos durante 3 segundos. En caso de que la alarma haya desaparecido, el programa esperará a que se active nuevamente algún aviso para conectar la sirena.

Finalmente, tenemos la opción de anular la sirena a través de Scada mediante la variable “Scada Anular Sirena”. Por motivos de seguridad se colocará un retardo de apagado de la señal de 10 minutos. Así, conseguimos que si salta alguna alarma en un plazo corto de tiempo desde que anulamos la sirena, seamos conscientes aún a través de las sirenas.



4.5.2.51) SELECTORES AUTOMÁTICOS EN CUADRO

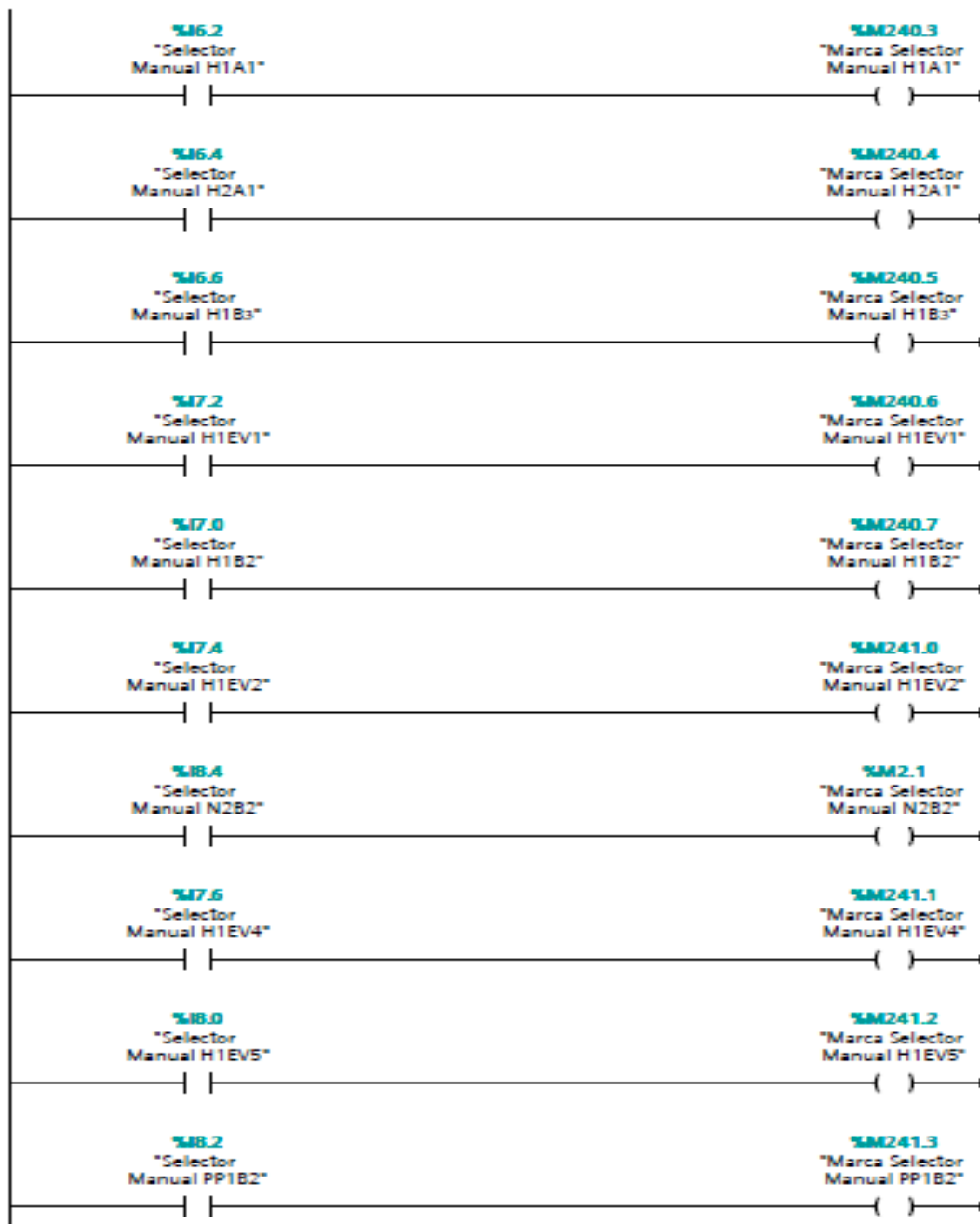


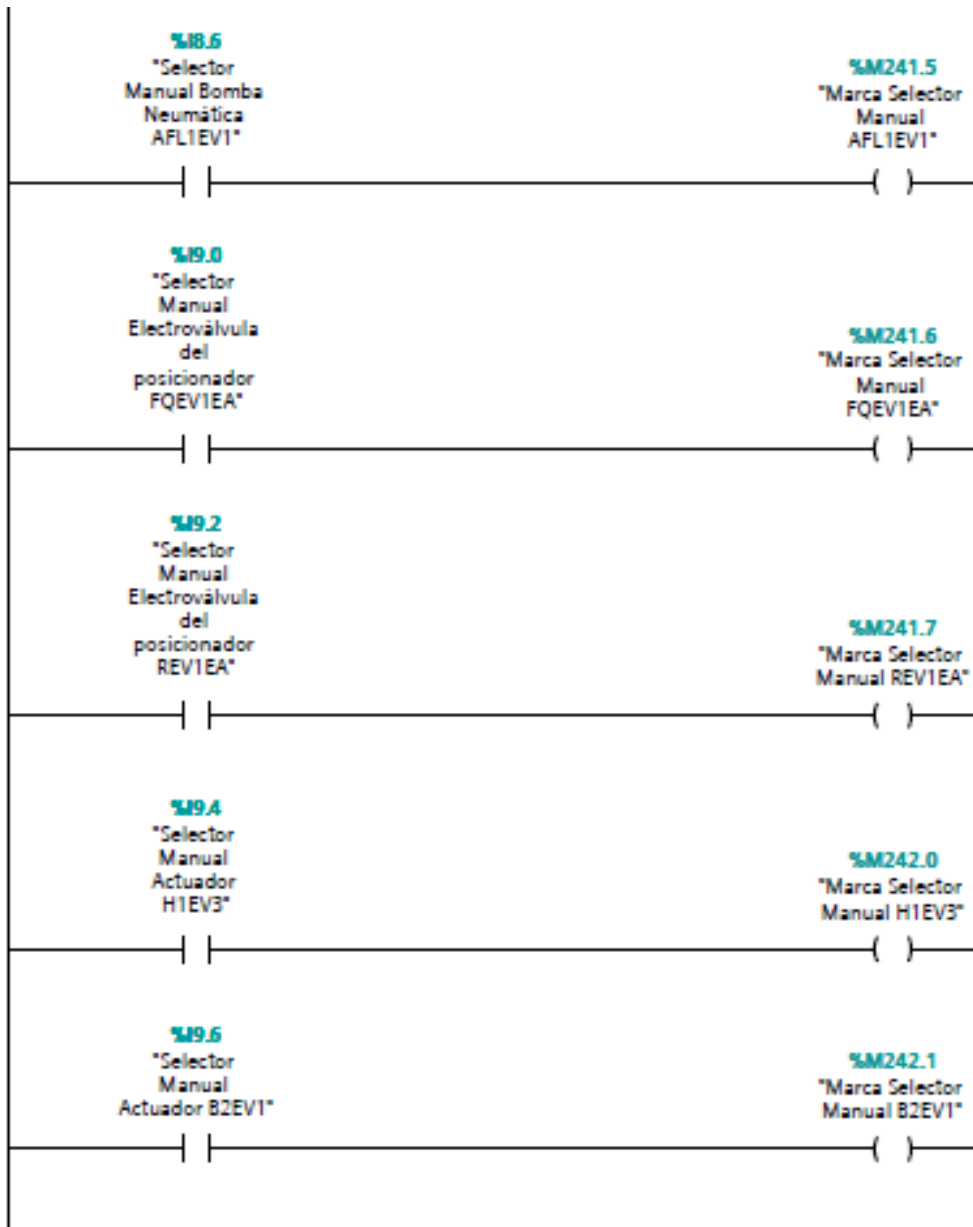




En estos comandos, buscamos simplemente asociar la entrada de los selectores a una marca virtual a la cual podremos acceder y visualizar en el cuadro SCADA. De esta manera, si modificamos el selector manualmente el estado cambiará en pantalla también.

4.5.2.52) SELECTORES MANUALES EN CUADRO

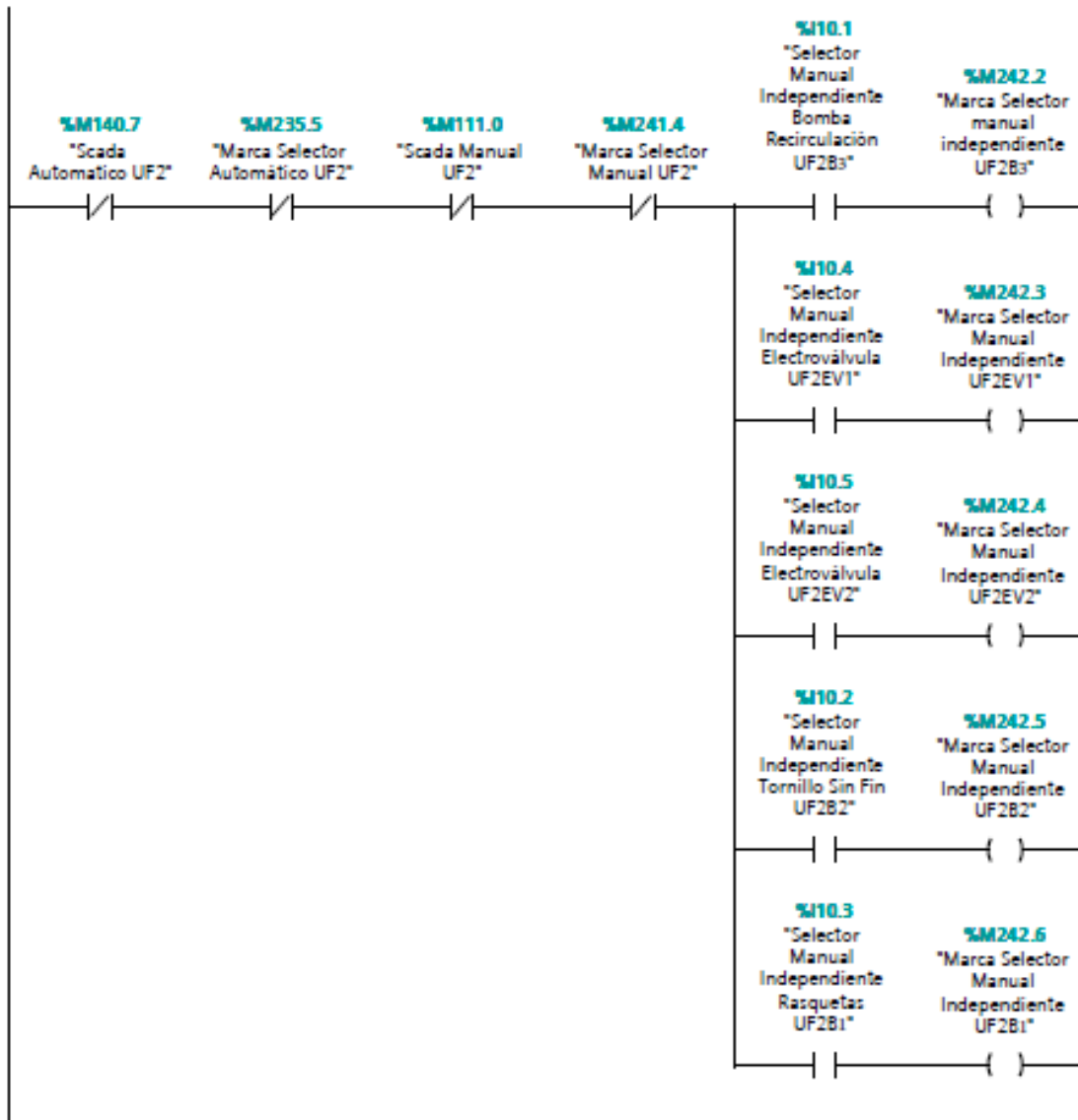




Exactamente como en los anteriores, asociamos el estado Manual de los selectores a una marca virtual desde la cual podremos visualizar el estado de dichos selectores desde pantalla SCADA.



4.5.2.53) SELECTORES INDEPENDIENTES UF2



Siempre que no se encuentren activos los diferentes selectores “Automáticos” o “Manuales” (refiriéndonos a los globales), actuaremos mediante los selectores independientes, de modo que cuando estos se encuentren activados, se asocien con su marca virtual correspondiente.

Estas marcas nos permitirán visualizar el estado de estos en pantalla.

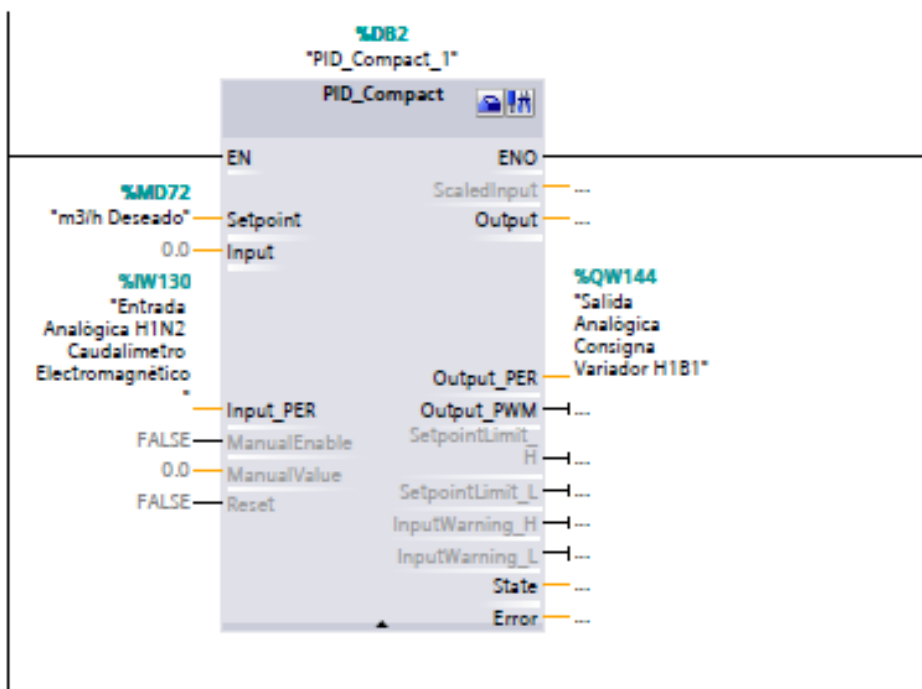
4.5.2.54) SETA DE EMERGENCIA

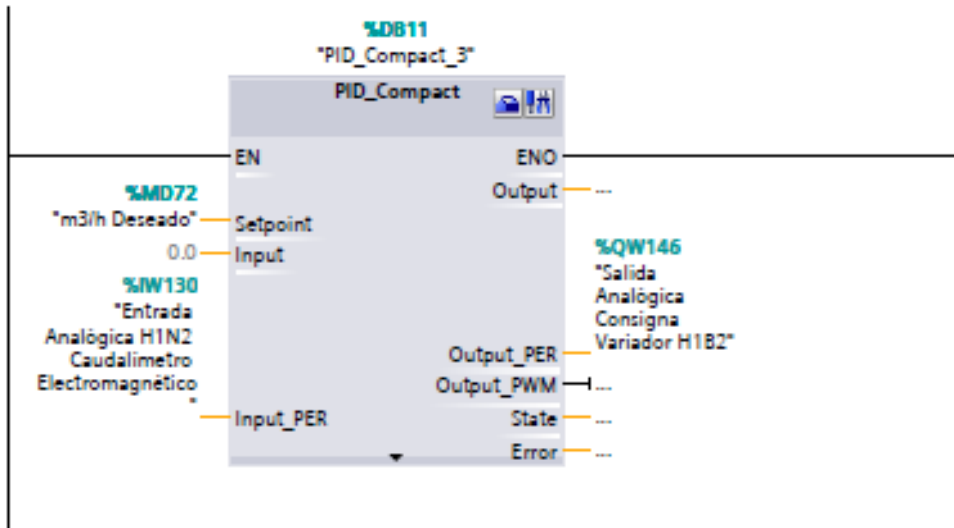


El hecho de que se produzca un corte en la seta de emergencia, activará una salida de emergencia, que nos indica el disparo de los disyuntores colocados durante la instalación.

Estos disyuntores se colocan como medidas de prevención en todas las instalaciones, y servirán para detener el proceso de forma prácticamente instantánea.

4.5.2.55) PID H1B1 Y H1B2





Bloques encargados de regularizar la cantidad de agua bombeada desde los tanques de homogeneización. A través de la entrada analógica del caudalímetro H1N2, obtenemos el valor de agua que pasa en ese instante a través del bombeo. Según el valor sea mayor o menor de la cantidad deseada que indicamos a través de pantalla, este bloque se encargará de comandar la bomba para que aumente o disminuya su productividad.



4.5.3) PROGRAMACIÓN SCADA

Mediante la aplicación SCADA, configuraremos una serie de pantallas que hemos diseñado y que mostramos a continuación. Se ha optado por realizar un sistema SCADA para un PC situado en una sala contigua a la instalación de la estación depuradora físico-química. Esto nos permite una mayor flexibilidad a la hora de programar y visualizar las diferentes aplicaciones desde pantalla.

Gracias al software WinCC de Siemens, y mediante la programación de un modelo visual, SCADA nos permitirá visualizar gran parte del proceso de manera instantánea, además de controlar algunas de las funciones que veremos a continuación.

Para que el sistema SCADA sea lo más ágil posible, colocaremos diferentes pantallas que sigan el proceso de manera más concreta, evitando gráficos excesivamente complejos. Intentaremos que los gráficos se parezcan lo más posible a la realidad, pues esto ayudará a “ver” cómo se está gestionando la planta de una manera mucho más rápida e intuitiva. Para ello, Siemens mediante TIA Portal nos ofrece un gran número de objetos gráficos de manera que podamos “reconstruir” el proceso rápidamente.

Una vez diseñadas las diferentes pantallas (se pasará de unas a otras mediante botones, los cuales programaremos para que al clicar en su posición realicen un salto de pantalla), asociaremos los diferentes indicadores, objetos de referencia, y cuadros de lectura/escritura a sus correspondientes variables. Con ello podremos aplicar una serie de animaciones tales como:

- ✓ Cambio de color cuando la variable se encuentra en un estado lógico “1”, volviendo a su color original cuando esta vuelve a 0.
- ✓ Lectura del valor “Time”, “Real”... de una variable del proceso.
- ✓ Modificación de las variables anteriores por pantalla, con los efectos que ello producirá en su programación.



✓ Animaciones de movilidad (ruedas, piñones, interruptores, agitadores, ventiladores...) cuando la variable de cada objeto se activa.

Todas estas, acompañado de otras similares a las cuales nos podremos hacer a la idea, nos permiten como ya se ha dicho antes, ver de manear clara y sin necesidad de visualizarlo en planta, como está en cada momento el proceso en planta.

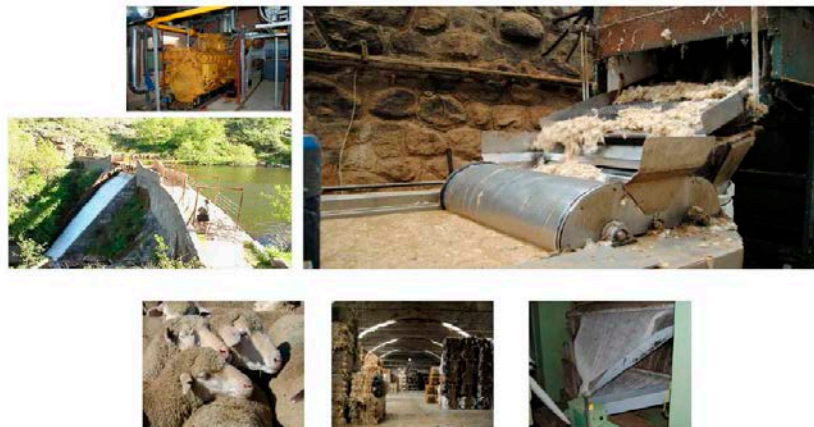
Así, mostramos nuestro diseño para la E.D.A.R. físico-química Manufacturas S.A.

Como el proceso (en cuanto a extensión se refiere) es relativamente reducido, hemos optado por pantallas muy individualizadas en la gestión de los diferentes sensores/actuadores, ya que para cualquier trabajador será sencillo saber a cual de ellos se está haciendo referencia en todo momento.

Mostramos por lo tanto el sistema completo mediante pantallas subdivididas en procesos:

4.5.3.1) MENÚ

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS
MANUFACTURAS S.A.



ALARMAS Y AVISOS EQUIPOS RECUPERACIÓN LANOLINA/DEPURACIÓN

CREADO POR: Álvaro Barrios Márquez

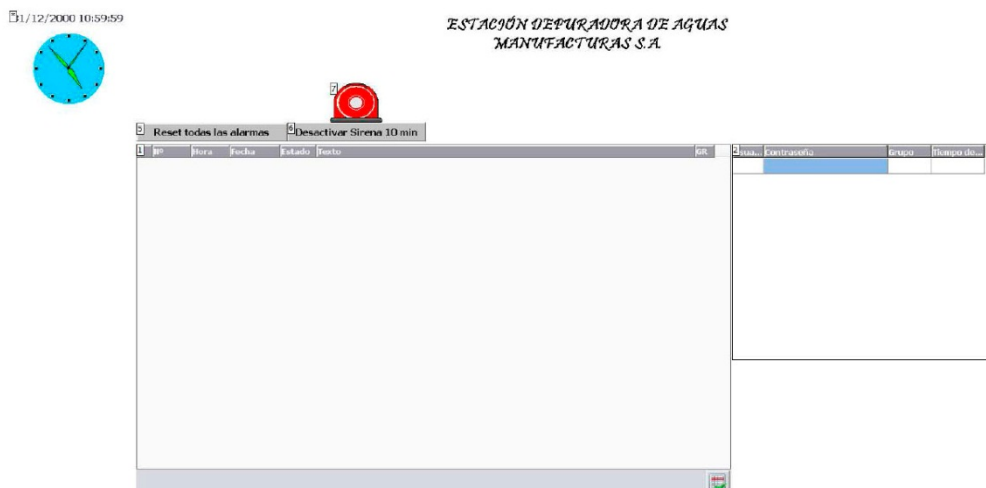
Pantalla 1: Pantalla de MENU inicial que muestra el PC diseñada en TIA Portal



En la pantalla MENÚ, encontramos una “portada”, con diferentes fotografías relacionadas con la empresa. Además de un botón de apagado que veremos en todas y cada una de las pantallas en la parte inferior derecha, encontramos, en su parte inferior izquierda una serie de botones que nos servirán para dirigirnos a otras pantallas. De esta manera tenemos:

- ✓ ALARMAS Y AVISOS: Nos guiará hasta la pantalla diseñada para mostrar los diferentes avisos y alarmas.
- ✓ EQUIPOS: Nos llevará a una pantalla resumen en la cual encontramos una botonera con los diferentes actuadores y sensores. En estas futuras pantallas podremos visualizar el estado en el que se encuentran, además de modificar algunas partes de su funcionamiento.
- ✓ RECUPERACIÓN LANOLINA/DEPURACIÓN: Nos transporta a una pantalla cuyo fin es ver instantáneamente hacia donde estas guiando el proceso, pudiendo llevarse por la ampliación (extracción de lanolina) o llevando el agua residual directamente hacia la depuración fisicoquímica.

4.5.3.2) ALARMAS Y AVISOS



Pantalla 2: Pantalla de alarmas que se muestra en PC

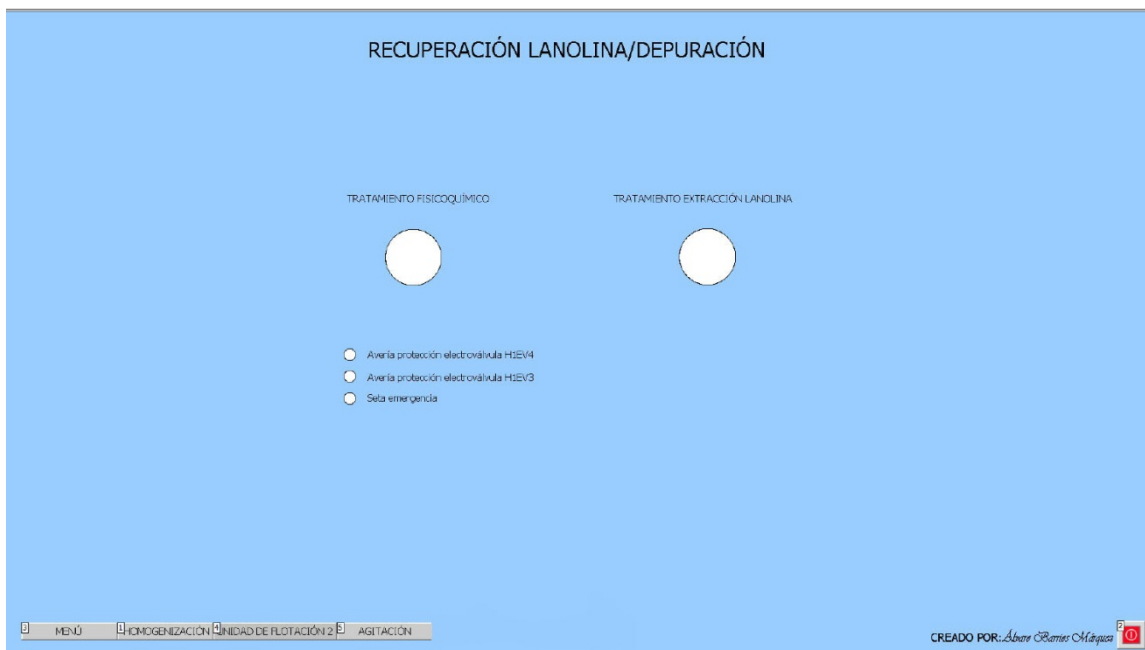


En esta pantalla, se mostrarán los diferentes avisos/alarmas que surjan en el proceso.

Encontramos los diferentes objetos de referencia/actuación:

- ✓ MENU: Botón que nos devuelve a la pantalla de menú.
- ✓ Reset todas las alarmas: Se asociará a la variable “Scada Reset Todas las Alarmas”. Clicando en ella, activaremos su variable, poniendo su estado lógico a “1”. Con esto, conseguiremos que en la programación, al detectar esta variable, reiniciemos todas las alarmas. Cuando volvamos a hacer clic, “soltaremos” o desactivaremos el botón, y el estado lógico de dicha variable retornará a “0”.
- ✓ Desactivar Sirena 10 min: Asociada a la variable “Scada Anular Sirena”. Al pulsar el botón, activaremos a “1” dicha variable, con el consiguiente efecto del retardo determinado en la programación de la sirena. Si soltamos este botón, la variable volverá a “0”, evitando las consecuencias que su activación produce.

4.5.3.3) RECUPERACIÓN LANOLINA/DEPURACIÓN



Pantalla 3: Pantalla de selección de ruta (a lanolina/a depuración fisico-química)



Pantalla que como vemos es muy simple. Su objetivo principal es la de tener el impacto visual de hacia dónde está guiado el proceso. Desde la pantalla menú, y pulsando directamente en el botón que nos trae a esta pantalla, podremos determinar rápidamente el camino del agua residual en el momento que lo consultamos.

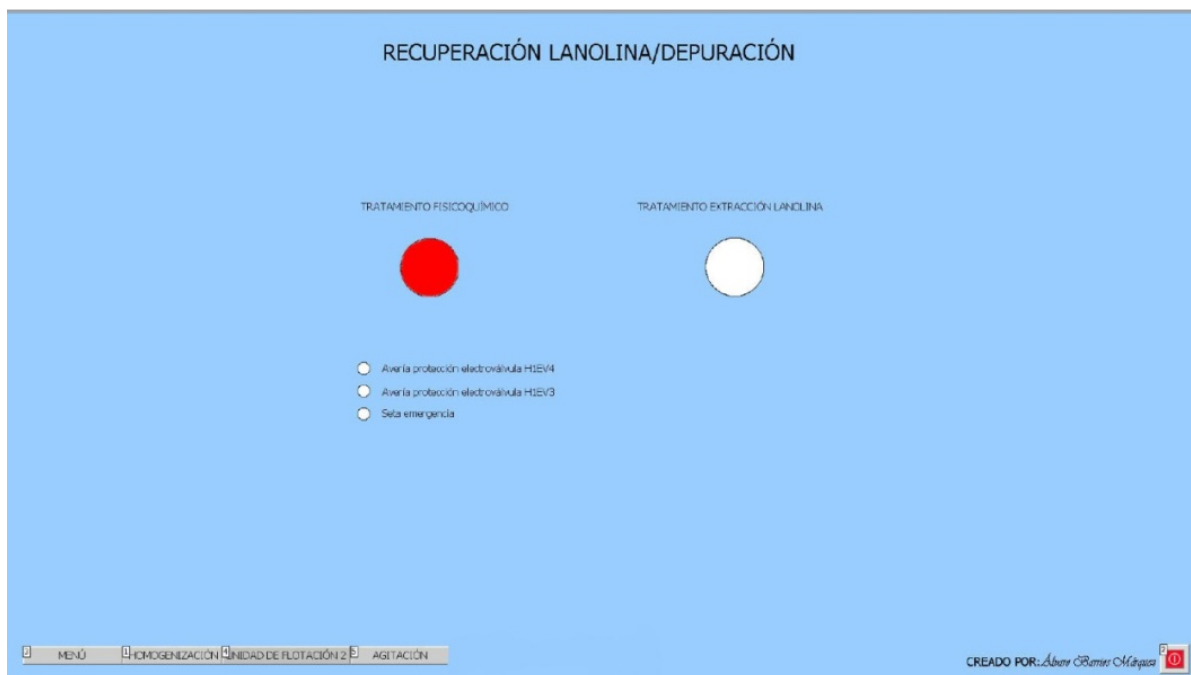
Los objetos de referencia, con sus respectivas funciones son las siguientes:

- ✓ TRATAMIENTO FISICOQUIMICO: Asociado a la variable "Tratamiento fisicoquímico". Al activar tratamiento fisicoquímico en el proceso, se iluminará su círculo, de modo que el agua será dirigida directamente hacia el depósito físico-químico y por lo tanto a la depuración que hasta ahora existía.
- ✓ TRATAMIENTO EXTRACCIÓN LANOLINA: Asociado a la variable "Tratamiento extracción LANOLINA". Círculo que se iluminará si el proceso al que llevamos el tratamiento del agua residual es la ampliación de la planta depuradora, con su consecuente línea de extracción de lanolina. Finalmente, el agua llegaría igualmente hasta el tratamiento físico-químico. Como explicábamos en su momento, normalmente será este el círculo iluminado, y por lo tanto el camino por defecto, si bien dejamos la otra opción por si existen averías y/o etapas de mantenimiento.
- ✓ Avería protección electroválvula H1EV3: Asociada a la variable "Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV3". Este círculo se rellenará de color cuando la electroválvula se encuentre en estado de corte, o estado lógico "0".
- ✓ Avería protección electroválvula H1EV4: Asociada a la variable "Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV4". Este círculo aparecerá con color cuando la electroválvula se encuentre en estado de corte, o estado lógico "0".
- ✓ Seta emergencia: Asociado a la variable "Seta de parada". Lo veremos de color rojo cuando esta variable se encuentre en estado de corte o valor "0".
- ✓ MENU: Botón que nos lleva a la pantalla de menú.



- ✓ HOMOGENEIZACIÓN: Este botón nos llevará a la pantalla de Homogeneización.
- ✓ UNIDAD DE FLOTACIÓN 2: Nos enviará directamente a la pantalla dedicada a la unidad de flotación 2.
- ✓ AGITACIÓN: Al pulsar en este botón, apareceremos en la pantalla de agitación.
- ✓ TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO: Nos muestra en pantalla el tratamiento físico-químico.

Adjuntamos dos momentos de esta pantalla en los que podemos ver como varía la visualización según las variables activas en cada momento:



Pantalla 4: Ejemplo de pantalla selectora. Selección tratamiento físico-químico

Vemos como el agua residual en este momento va hacia el tratamiento físico-químico. Todas las medidas de protección se encuentran en conducción.

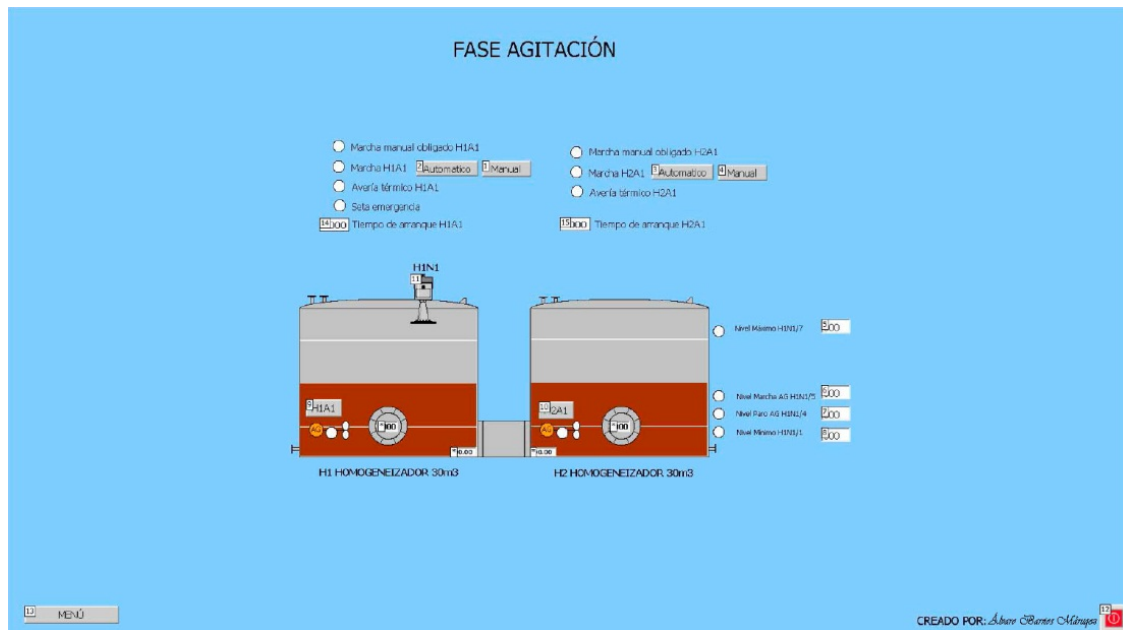


Pantalla 5: Ejemplo de pantalla selectora hacia extracción de lanolina y con visualización de avería

En este caso, al contrario, el agua residual se dirigirá hacia la fase de extracción de lanolina (floculador, UF2, línea de extracción de lanolina...). Vemos como el protector magneto-térmico de la H1EV4 se encuentra en estado de corte, pero al no realizar ninguna acción dicha electroválvula, el proceso nos permite guiar el agua residual mediante la H1EV3. A pesar de ello el aviso nos será útil para comprobar posibles errores o averías.



4.5.3.4) AGITACIÓN



Pantalla 6: Pantalla de visualización de depósitos de almacenaje y control de agitación

La pantalla de agitación es muy similar a la de homogeneización, pero hemos querido centrarla más en los motores de los agitadores. En el esquema de los depósitos, así como los pilotos que se encuentran a la derecha de éstos, el funcionamiento es idéntico al anteriormente explicado. Así, nos centraremos en los diferentes pilotos, pantallas y botones de modificación de la parte superior. De esta manera podemos ver a primera vista, algunas opciones de la fase de agitación:

- ✓ **Marcha H1A1 y Marcha H1A2:** Asociadas a las variables “Marcha H1A1” y “Marcha H1A2” consecutivamente. Ambos pilotos se mostrarán de color rojo cuando dichas variables se encuentren con el valor lógico “1”, es decir, los agitadores estén en funcionamiento. Al lado tenemos también 2 botones en cada uno de los agitadores, los AUTOMÁTICO servirán para activar el estado lógico “1” en las variables “Automático Scada H1A1” y “Automático Scada H2A1” de manera que en la programación se active el funcionamiento automático directamente. El segundo botón MANUAL nos permitirá activar las variables “Scada Manual H2A1” y “Scada Manual H1A1”, permitiéndonos así el

poder conectarlos de manera forzada y/o sin que el programa ejecute la activación de ambos agitadores.

✓ Marcha manual obligado H1A1 y Marcha manual obligado H2A1: En caso de que activemos “Selector Manual H1A1” y “Selector Manual H2A1” desde el cuadro, obligaremos a que los agitadores se pongan en marcha de manera forzada. De esta manera, y al ponerse ambas variables en “1”, quedarán visualizadas en pantalla con el piloto en rojo.

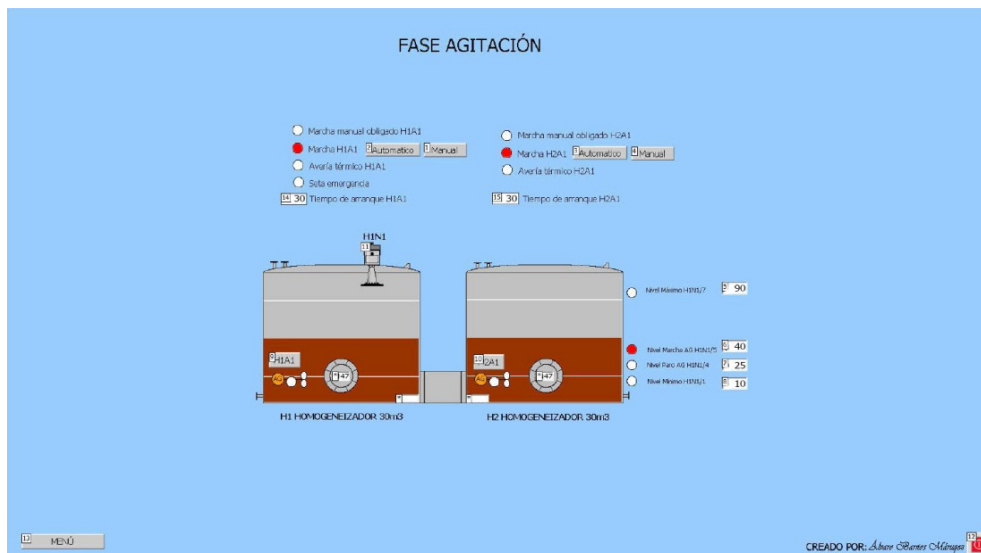
✓ Avería térmico H1A1 y Avería térmico H2A1: Se encenderán cuando cualquiera de los dos protectores magnetotérmicos se encuentren en estado de corte, es decir, devuelvan el valor “0”. Variables “Protección Magnetotérmico Agitador H2A1” y “Protección Magnetotérmico Agitador H1A1”.

✓ Tiempos de arranque H1A1 y H2A1: Podremos introducir a través de pantalla, mediante teclado, los tiempos de arranque de ambos agitadores.

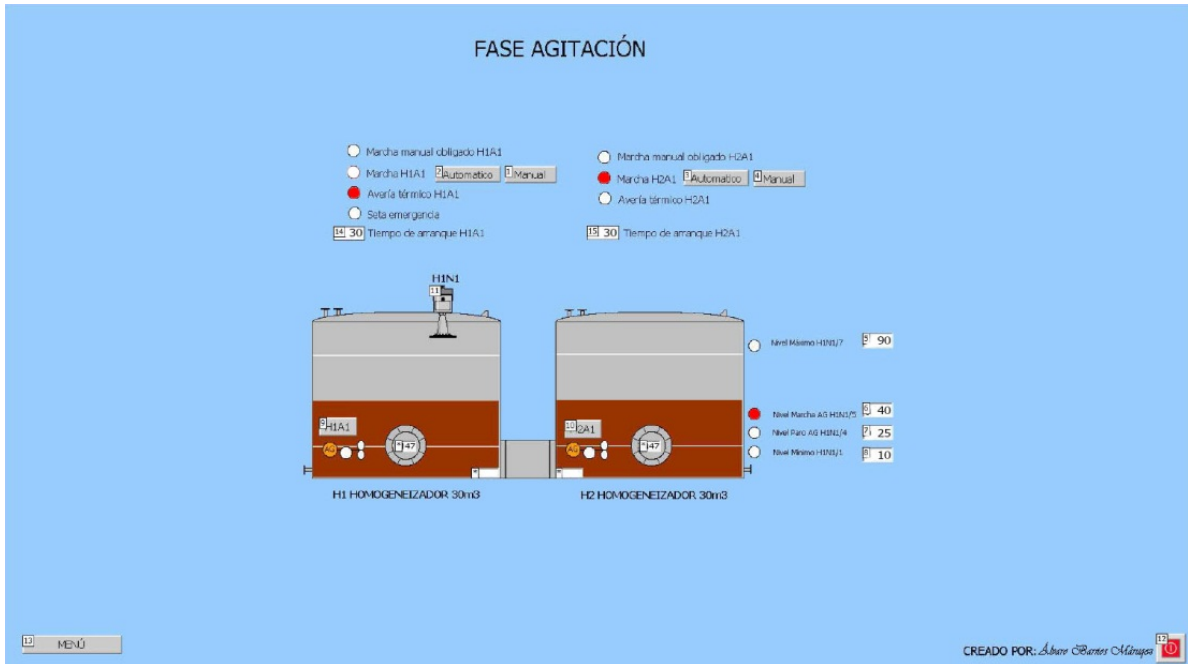
✓ Seta de emergencia: Este círculo se mostrará con un relleno rojo cuando la variable “Seta Parada” se encuentre en estado de corte y devuelva el valor “0”.

✓ MENÚ: Retorno a la pantalla menú.

A continuación mostramos algunos ejemplos de funcionamiento de esta pantalla.



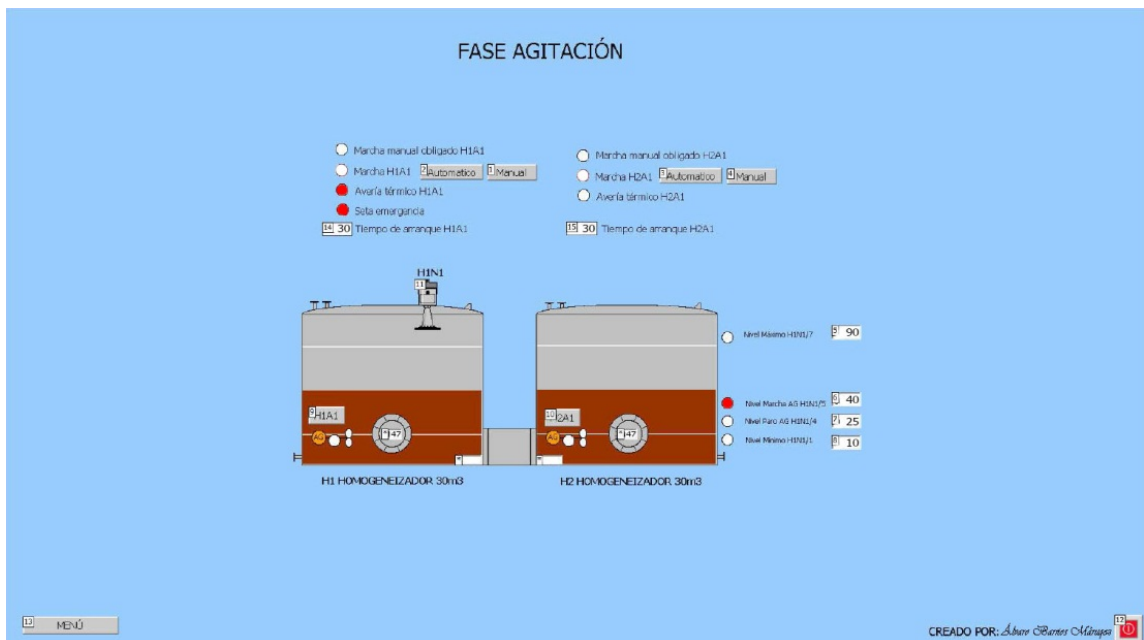
Pantalla 7: Ejemplo de funcionamiento de pantalla de agitación. Nivel actual y conexión de agitadores



Pantalla 8: Ejemplo de pantalla agitación. Avería agitador 1, funcionamiento agitador 2 y nivel actual

Vemos como para un nivel de marcha asociado al 40 por ciento del nivel de los tanques, Los pilotos de Marcha H1A1 y Marcha H2A1 están encendidos. El tiempo de arranque podrá ser introducido en pantalla individualizado en cada uno de ellos.

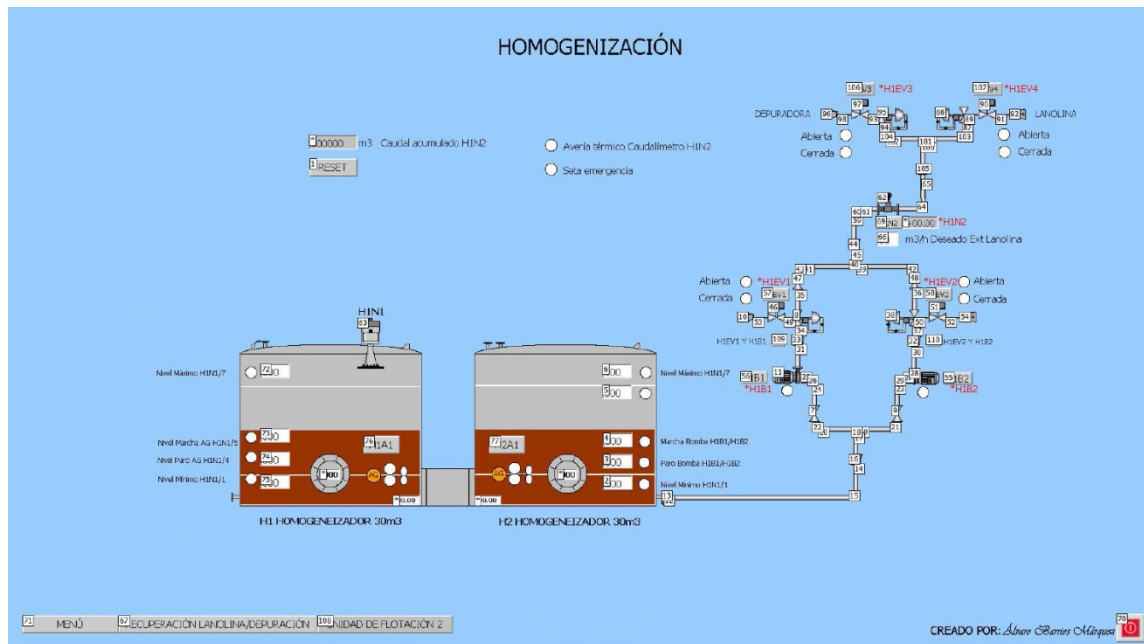
En este caso, vemos como al existir un corte en el magneto-térmico del agitador H1A1, éste no arranca, y por lo tanto sólo vemos en marcha el H2A1.



Pantalla 9: Ejemplo de pantalla de agitación. Avería del agitador 1 y parada total por activación de seta de emergencia

En caso de pulsar la Seta de emergencia, vemos como en ningún agitador encontramos el piloto de marcha activo.

4.5.3.5) HOMOGENEIZACIÓN



Pantalla 10: Visualización de la pantalla de control de homogeneización, estación de bombeo y electroválvulas selectoras incluidas

En la pantalla de homogeneización hemos intentado realizar un gráfico “global” de esta parte del proceso. En el gráfico, como podemos comprobar se muestran los depósitos de homogeneización con sus respectivos agitadores. En estos depósitos nos aparece el sensor de nivel de radar, el cual nos proporciona una serie de niveles que determinamos por pantalla a los cuales hacemos referencia en la programación del proceso.

Por último, vemos además la estructura de la estación de bombeo de dichos tanques, con sus dos respectivas bombas, con la electroválvula que gobierna el cierre y la apertura del paso del agua de estas bombas. Encontramos también a la salida un



caudalímetro, así como las electroválvulas que gobiernan la guía del agua residual hacia la depuración físico-química o la extracción de lanolina.

Con el fin de explicarlo más detalladamente, enumeraremos cada una de las partes más significativas de esta pantalla:

- ✓ H1 y H2: Son los dos tanques de homogeneización. Visualmente, están configurados para que la cantidad de agua residual se vea visualmente con un cambio de color. Esta “barra” de color estará asociada al nivel detectado por el sensor de radar, y se hará consulta a la variable “Nivel % H1N1” en ambos depósitos (al estar en paralelo el nivel tiende a estabilizarse en el segundo depósito).

- ✓ Nivel Mínimo H1N1/1: Asociado a las variables “H1N1/1” y “Scada %H1N1/1”. La primera de ellas se asocia con el círculo/piloto, el cual se iluminará de color rojo cuando “H1N1/1” se encuentre con el valor “1”. La segunda variable se asocia al cuadro de texto. Desde éste, podremos escribir una cantidad entre 0 y 100 (en cuanto a porcentaje de nivel del depósito) para el cual H1N1/1 se active. Al ser un piloto de nivel mínimo, éste se colocará con el estado lógico “1” cuando el sensor sea menor o igual que el valor marcado en la variable Scada %H1N1/1.

- ✓ Nivel Paro AG H1N1/4: Asociado a las variables “H1N1/4” Y “Scada %H1N1/4”. El piloto se encenderá cuando H1N1/4 se encuentre a “1” y permanecerá blanco cuando el estado lógico cambie a “0”. Por su parte la variable “Scada %H1N1/4” nos ofrece la posibilidad de cambiar el valor al cual se activa la señal, suponiendo el tanque vacío como 0 y lleno como 100. Al ser un piloto de paro del agitador, la marca H1N1/4 como vimos en la programación se activa cuando el nivel es menor o igual al marcado, al contrario que normalmente.

- ✓ Nivel Marcha AG H1N1/5: De forma similar a los anteriores. Esta vez, es un piloto de marcha de agitadores, con lo cual el valor lógico de la variable



“H1N1/5” se encenderá, cuando el valor sea “1”, lo cual ocurrirá cuando el nivel se encuentre en una cifra mayor o igual a “Scada %H1N1/5”.

✓ Paro Bomba H1B1/H1B2: Asociadas a las variables “H1N1/2” y “Scada %H1N1/2”. Encontramos por un lado, un piloto, el cual se iluminará cuando se active esta variable, y por otro un cuadro de introducción de texto, en el cual podremos modificar en todo momento el valor a partir del cual “H1N1/2” se activa. Al ser un nivel de paro, hay que contar con que “H1N1/2” obtendrá un valor lógico “1” cuando el nivel se encuentre por debajo, o al mismo nivel que el marcado en “Scada %H1N1/2”, volviendo a “0” cuando se supere dicho valor.

✓ Marcha Bomba H1B1/H1B2: Funciona mediante las variables “H1N1/3” la cual ilumina el piloto cuando se activa, y su variable Real es la indicada en el cuadro de texto que modifica “Scada %H1N1/3”. Es un nivel de marcha de bombas, con lo cual el piloto se encuentra encendido cuando el nivel “supere” el valor establecido en el cuadro de la variable “Scada %H1N1/3”.

✓ Piloto de nivel H1N1/6, que nos servirá de marca visual para un valor prefijado en el cuadro de texto que marca la variable “Scada %H1N1/6”.

✓ Nivel Máximo H1N1/7: El piloto funciona mediante la variable “H1N1/7” que se activará a “1” cuando el nivel del depósito supere al marcado en la variable “Scada %H1N1/7” que introducimos mediante teclado en pantalla.

✓ AGITADORES 1 y 2: Las “hélices” que observamos al lado de las circunferencias denominadas AG, se pondrán de color rojo cuando “Agitador H1A1” y “Agitador H2A1” se pongan a “1”, es decir, se activen. Por otro lado tenemos los botones H1A1 Y H2A1 los cuales servirán para trasladarnos directamente a la pantalla de cada agitador, las cuales veremos más adelante.

✓ H1B1: En la bomba H1B1 nos encontramos por un lado, con un piloto, el cual se iluminará en color rojo cuando la variable “H1B1 Bomba Centrífuga Exterior” tenga un valor lógico de “1”. Por su parte el botón que vemos a su lado con la leyenda H1B1 nos llevará directamente a la pantalla de control de la bomba H1B1.



✓ H1B2: Similar al funcionamiento de H1B1. El botón H1B2 también nos guiará a la pantalla de control de esta bomba. Por su lado, el piloto también se encenderá con la activación de la variable “H1B2 Bomba Centrífuga Exterior”

✓ H1EV1: En primer lugar encontramos el botón H1EV1 sobre la figura de la electroválvula. Éste botón nos llevará directamente a la pantalla de control individualizada de la electroválvula H1EV1. En segundo lugar vemos como existen dos círculos diferentes, con las leyendas Abierta y Cerrada respectivamente. Los dos “pilotos” los hemos colocado para que visualmente sea más directo. El primero le activaremos (se rellenará de rojo) cuando la variable de salida de la electroválvula H1EV1 se ponga a “1”. El segundo en cambio, se mantendrá blanco cuando el estado lógico sea “1” cambiando a rojo cuando su salida se desconecte, es decir, se ponga a “0”. De esta manera, y sabiendo que existen válvulas normalmente abiertas y normalmente cerradas en el proceso, vemos de manera más clara e intuitiva el estado en el que se encuentran.

✓ H1EV2: Mismo funcionamiento que H1EV1.

✓ H1EV3: Teniendo en cuenta que es una electroválvula normalmente cerrada, el círculo “Cerrada” se rellenará con color rojo cuando su salida tenga el valor lógico “1”, manteniéndose de color blanco cuando su salida se encuentra a “0”. El piloto de las siglas Abierta, funciona inversamente al descrito.

✓ H1EV4: Funcionamiento opuesto al de la válvula H1EV3. Como en todos los demás casos, el botón H1EV4 nos llevará a su pantalla de control.

✓ H1N2: Encontramos el caudalímetro H1N2. En este caso, tenemos por un lado un cuadro de visualización (únicamente visualización) de la variable “Caudal instantáneo m³ H1N2”, el cual nos muestra la cantidad de m³ que circulan instantáneamente a través de la tubería. En un segundo cuadro de introducción de texto, introduciremos el valor de m³/h deseados; este valor se guardará directamente en la variable “Scada m³/h Deseado Extracción Lanolina”. Por último en la parte superior izquierda de la pantalla encontramos un cuadro de visualización de la variable “m³ Totales Acumulados”. En dicha

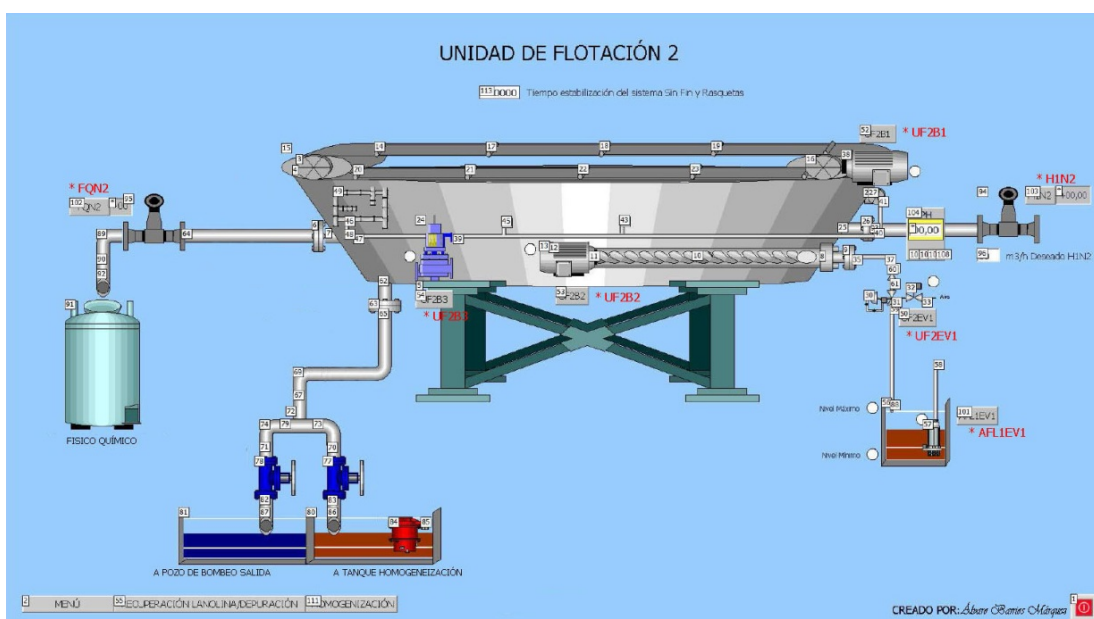
casilla podremos ver la suma de m³ que han pasado a través de la tubería desde que hayamos arrancado el sistema. Siempre se podrá realizar un RESET desde el botón que se encuentra debajo. De esta manera, si activamos el botón RESET la variable “Reset contador m³ H1N2” se pondrá a “1” hasta que desactivemos la casilla, volviendo a 0 el valor anterior. Cabe citar la existencia del botón que nos trasladará a su pantalla de control.

✓ Avería térmico Caudalímetro H1N2: Se encenderá de color rojo cuando el estado lógico de la variable “Protección magnetotérmico H1N2” se vuelva “0”, es decir, este se encuentre en estado de corte.

✓ Seta de Parada: Piloto que funciona de manera similar al anterior, pero asociado a la variable “Seta de Parada”.

✓ Por último, cabe destacar que en la parte inferior de la pantalla dejaremos, además de la botonera que nos lleva a la pantalla inicial o menú, una serie de botones que nos llevan a las diferentes partes del proceso de depuración. Desde cada una de estas partes siempre podremos acceder al control de los actuadores y/o sensores que formen parte del proceso.

4.5.3.6) UNIDAD DE FLOTACIÓN 2



Pantalla 11: Pantalla/diagrama de control de la Unidad de Flotación 2



El agua, llega desde la parte derecha donde volvemos a ver H1N2. En este sensor vemos nuevamente la botonera que nos lleva al control de este sensor, así como una pantalla de visualización de caudal instantáneo, conjuntamente con otra de modificación del valor de m³/h deseados por el paso de la tubería. Este sensor, junto con esta consigna serán los encargados de hacer variar las bombas H1B1 y H1B2 mediante los variadores/PID colocados en ellas.

Para explicar más de lleno la unidad de flotación 2, desde el punto de vista de su control desde WinCC Scada, enumeraremos las diferentes partes:

- ✓ pH-metro: como ya hemos explicado con anterioridad, encontramos un proceso en el cual, vemos un pH-metro anterior a la entrada de la barca principal. Éste pH-metro hace las funciones de medición de pH en el floculador que explicábamos. La mezcla deberá ser la correcta y además de el poli-electrolito necesario, el agua a tratar deberá tener un pH específico. Éste valor le especificaremos directamente en la programación, de manera que el dato que aparece en pantalla nos sirve de visualización. Este dato, hará que la bomba de dosificación de ácido clorhídrico añada o no el ácido a la emulsión.

- ✓ UF2B3: Se refiere a la bomba de recirculación y el piloto que se muestra está asociado a la variable “Bomba Recirculación UF2B3”. De esta manera el piloto aparecerá de color rojo cuando el estado lógico de dicha variable se encuentre a “1”, es decir, la bomba esté activada. Un botón con su nombre nos redirige a la pantalla de control de dicha bomba.

- ✓ UF2B2: Este actuador es el motor que mueve al tornillo sinfín extractor de fangos. Como en el caso anterior, añadimos un botón que nos lleva directamente hasta su página de control individualizado. Como es común, también colocamos un círculo que se teñirá de rojo en caso de que la variable “Tornillo Sin Fin Extracción Fangos” se ponga a “1” e indique que el tornillo sinfín está en marcha.



✓ UF2B1: Asociada a la variable “Rasquetas Unidad de Flotación 2” encontramos el piloto que se enciende cuando las rasquetas se activan; estado lógico “1”. Un botón colocado sobre el motor de estas rasquetas nos transporta hasta la pantalla de control de dichas rasquetas.

✓ FQN2: En el camino natural de salida del agua ya tratada, colocamos otro sensor de caudal. En este caso, colocamos tanto un botón que nos lleva a su pantalla de control, como un visualizador que nos mostrará la cantidad de agua que pasa por la tubería hasta el físico-químico.

✓ UF2EV1: A la salida del tornillo sinfín encontramos una electroválvula que se encarga de la apertura y el cierre de la tubería de evacuación de los fangos. Tenemos así un piloto que se mostrará de color rojo cuando la variable de la electroválvula “Electroválvula Unidad de Flotación 2 UF2EV1” se encuentre activa (cuando su salida sea “1” se abrirá).

✓ AFL1EV1: Este actuador será el encargado de, una vez acumulado el fango en la arqueta que se muestra, evacuar este hasta el siguiente proceso (espesador de fangos). Colocamos así, un piloto de visualización rápida a su conexión, además de un botón que nos redirige a su pantalla de control. La variable a la que asociamos el piloto será

✓ Nivel Máximo y Nivel Mínimo Arqueta de Fangos: Colocaremos dos pilotos, los cuales dependerán de dos variables: “Nivel Mínimo Arqueta de Fangos AFL1N1” y “Nivel Máximo Arqueta de Fangos AFL1N2”.

✓ MENU: Retorno a la pantalla menú.

✓ RECUPERACIÓN LANOLINA/DEPURACIÓN: Retorno a la pantalla del selector de ruta a físico-químico o extracción de lanolina

✓ HOMOGENEIZACIÓN: Botón que nos llevará a la pantalla de homogeneización.

Destacan visualmente las salidas que devuelven el agua tratada desde la UF2 hasta los tanques de homogeneización o el pozo de bombeo de salida. El objetivo de esto es una posible avería en el tratamiento físico-químico que ya existía, si bien estas salidas se gobernarán manualmente.



4.5.3.7) EQUIPOS

EQUIPOS

3	HZAL AGITADOR	5	BOMBA H121	7	ELECTROVALVULA H121V1	17	SIN F1N UF232	9	CAUDALIMETRO F1N2
4	HZAL AGITADOR	6	BOMBA H122	8	ELECTROVALVULA H121V2	18	RABORTAS UF231	10	CAUDALIMETRO F1N2
		11	BOMBA REGULACION UF231	14	ELECTROVALVULA UF231V1			11	PIANMETRO
		12	BOMBA PULV UF232	15	ELECTROVALVULA UF231V2				
		20	BOMBA CUCHINEROS F123	16	ELECTROVALVULA H121V4				
				19	ELECTROVALVULA H121V3				

MENÚ

CREADO POR: *Álvaro Barrios Márquez*

Pantalla 12: El PC incluirá una pantalla selectora de equipos a controlar

Antes de meternos a explicar los equipos y su control individualizado, hemos creado también una pantalla en la cual podemos visualizar cada uno de los equipos que intervienen durante todo el proceso. Pulsando sobre ellos, cada botón nos trasladará a su pantalla de control. Es una manera rápida de navegar entre los diferentes actuadores y sensores, a pesar de que desde cada pantalla de “proceso” de depuración podamos acceder a ellos uno a uno.

En la parte inferior izquierda dejaremos la botonera que nos lleva a la pantalla de inicio o menú.

4.5.3.8) AGITADOR H1A1



Pantalla 13: Pantalla de control y visualización de agitador 1

- ✓ Marcha H1A1: Piloto que se encenderá de color rojo cuando la variable “Marcha H1A1” nos indique que el agitador está en funcionamiento.
- ✓ Marcha manual obligado H1A1: Si la marca “Selector Manual H1A1” devuelve un valor “1” significará que estamos forzando su marcha a pesar de que en modo automático no esté activado. Lo veremos gracias al piloto de su izquierda.
- ✓ Avería Térmico interno H1A1: Como medidas de seguridad colocaremos un piloto que nos indica cuando “Protección Térmico Interno Agitador H1A1” se pone a “0” alguna avería en el agitador, con su correspondiente parada.
- ✓ Avería Magnetotérmico H1A1: Magnetotérmico que mediante la variable “Protección Magnetotérmico Agitador H1A1” refuerza la seguridad. Si su valor es “0”, se encontrará en estado de corte, por lo que el piloto se iluminará avisando del problema y el agitador se detendrá
- ✓ Seta emergencia: Círculo que se rellenará de color rojo siempre que la variable que venimos contando llamada “Seta de parada” se encuentre en estado de corte o valor lógico “0”.



- ✓ Nivel Máximo H1N1/7: La marca "H1N1/7" devolverá un valor "1" cuando el depósito de homogeneización alcance un nivel máximo. Lo veremos directamente en pantalla gracias a su visualizador.
- ✓ Nivel Marcha AGH1N1/5: Conjuntamente con la variable "H1N1/5", el piloto se iluminará en rojo cuando la marca se ponga a "1".
- ✓ Nivel Paro AGH1N1/4: Al contrario que en el caso anterior, la marca "H1N1/4" iluminará el piloto cuando devuelva un valor "1". En este caso el valor "1" vendrá dado cuando el depósito se encuentre igual o por debajo, y no por encima de dicho nivel.
- ✓ Nivel Mínimo H1N1/1: Funcionará de manera idéntica que H1N1/4", pero en este caso se asociará a la marca que indica el nivel mínimo. Esta marca será la "H1N1/1".
- ✓ Automatico: "Automatico Scada H1A1" se pondrá a "1" cuando hagamos clic sobre el cuadro de pantalla. Gracias a esto la programación permitirá el funcionamiento automático normal.
- ✓ Manual: La variable "Scada Manual H1A1" se colocará a "1" si activamos este recuadro con un clic en pantalla, pasando a ser "0" el valor automático.
- ✓ Tiempo de arranque H2A1: Mediante el cuadro de modificación que tenemos en pantalla, podremos introducir el valor deseado para la variable "Scada Tiempo Arranque Agitador H1A1". Con ello, fijaremos un tiempo por el que el agitador estará en marcha.

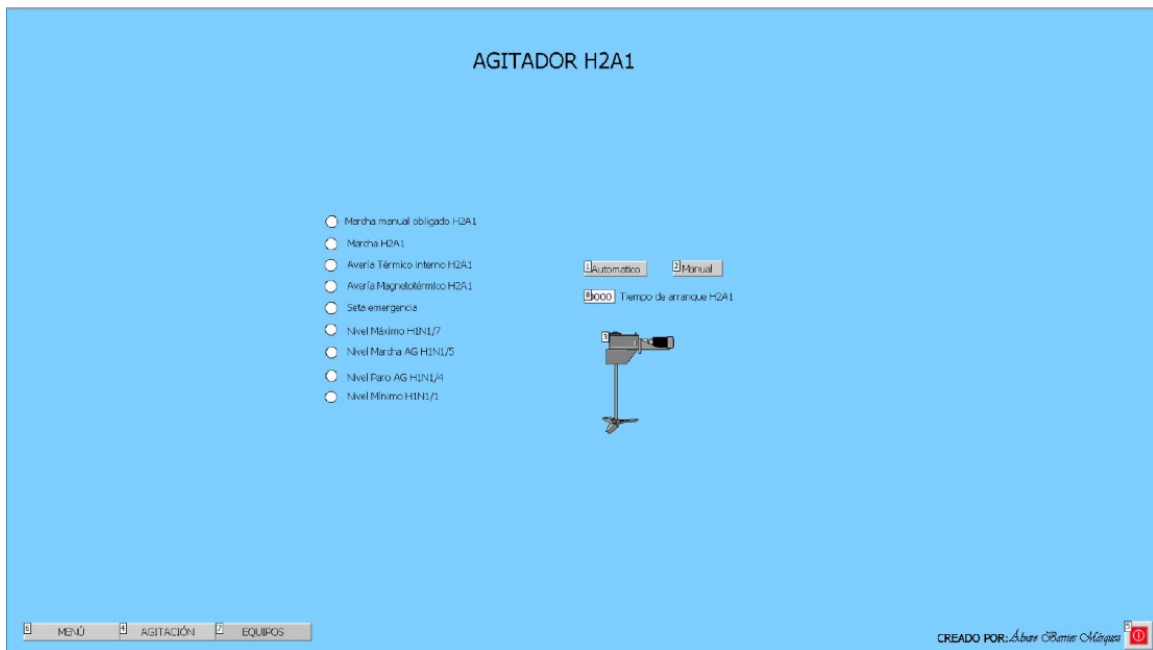
A continuación, a modo de ejemplo vemos como podría ser el funcionamiento de la pantalla:



Pantalla 14: Ejemplo de pantalla de control de agitador durante su funcionamiento

A pesar de que el Nivel Marcha está activado, al existir una avería el agitador como vemos en el térmico, y además estar en corte la seta de emergencia, vemos como el agitador no está en marcha.

4.5.3.9) AGITADOR H2A1

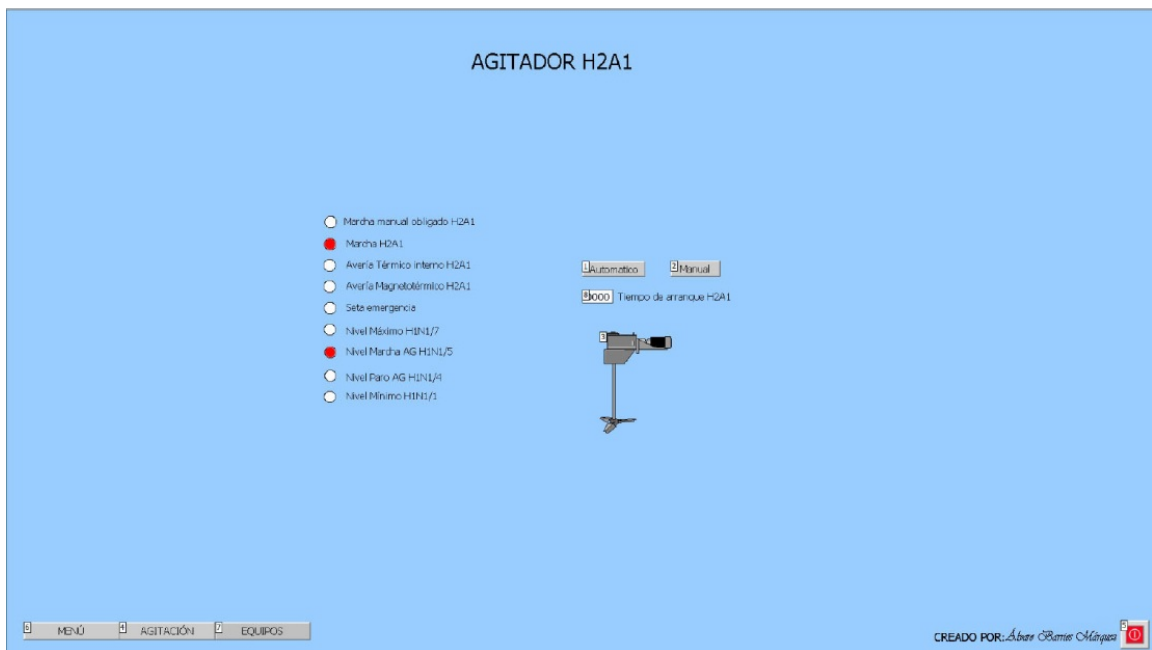


Pantalla 15: Pantalla de control del equipo agitador 2



Idéntico funcionamiento al de su homónimo agitador H1A1. Las variables que asociaremos con este agitador siguen la misma pauta, cambiando las siglas H1A1 por las del actual agitador H2A1.

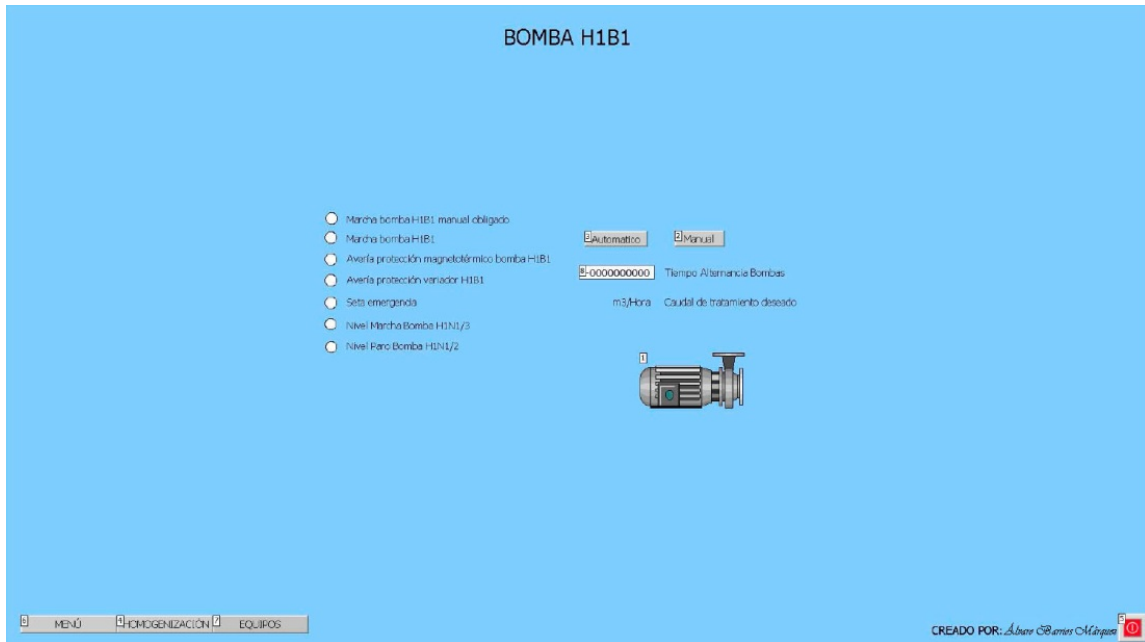
A continuación vemos un ejemplo de funcionamiento:



Pantalla 16: Ejemplo de la pantalla de control de el agitador 2

El nivel de marcha está activo, y no existe ninguna avería, por lo que el agitador se encuentra activo en ese instante.

4.5.3.10) BOMBA H1B1



Pantalla 17: Pantalla de control y visualización de estado de la bomba centrífuga 1

- ✓ Marcha H1B1: El piloto que vemos se asociará a la variable “H1B1 Bomba Centrífuga Exterior”, encendiéndose cuando esta devuelva el valor “1”.
- ✓ Marcha bomba H1B1 manual obligado: Detecta el valor “1” de la variable “Marca Selector Manual H1B1”, seleccionada desde el cuadro, mostrándonos así el forzado de la marcha de dicha bomba.
- ✓ Avería protección magnetotérmico bomba H1B1: “Protección Magnetotérmico H1B1” devolverá el valor lógico “0” cuando dicho magnetotérmico esté en corte. De esta manera, activaremos el piloto cuando la variable devuelva dicho valor.
- ✓ Avería protección variador H1B1: De idéntica manera que el magnetotérmico, pero asociado a la variable “Proteccion Relé Variador H1B1”, que es la que devuelve dicho relé al autómatas.
- ✓ Seta emergencia: “Seta de parada” a “0” producirá el corte del funcionamiento, avisándonos en pantalla.
- ✓ Nivel Marcha Bomba H1N1/3: Cuando el nivel del depósito de homogeneización es mayor o igual al marcado, se activa “H1N1/3”. Con ello,

cuando esta se active, encenderemos el piloto que marca el nivel de marcha de la bomba.

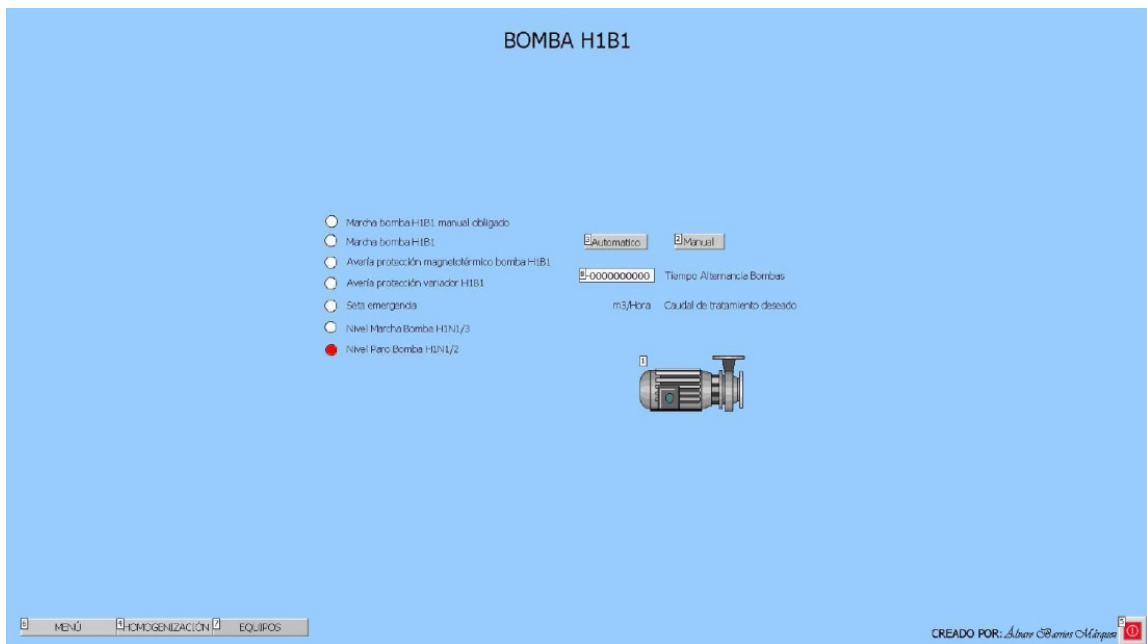
✓ Nivel Paro Bomba H1N1/2: Opuesto al caso anterior. En este caso cuando se enciende “H1N1/2” es cuando el nivel es menor o igual que el que marquemos para este nivel.

✓ Automático: Haremos que la variable “Automático Scada H1B1” tome el valor “1” al activar esta casilla.

✓ Manual: “Scada Manual H1B1” tomará el valor “1” si desconectamos la anterior para activar este botón.

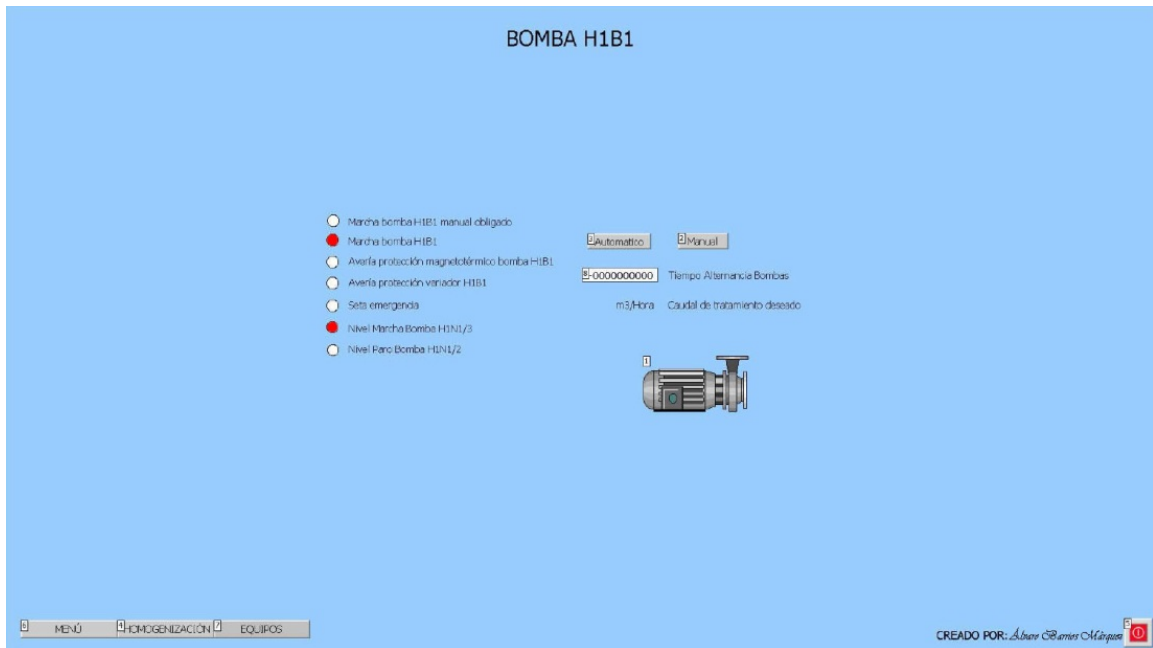
✓ Tiempo Alternancia Bombas: Podremos introducir un tiempo para el cual las bombas alternarán en su funcionamiento. Este tiempo quedará grabado en la variable “Scada Tiempo Alternancia Bombas Centrifugas Ext”. El valor será el que introduzcamos mediante teclado en pantalla.

Para ver cómo podría funcionar, vemos unas pantallas de ejemplo de funcionamiento:



Pantalla 18: Ejemplo de parada por seta de emergencia en la bomba 1

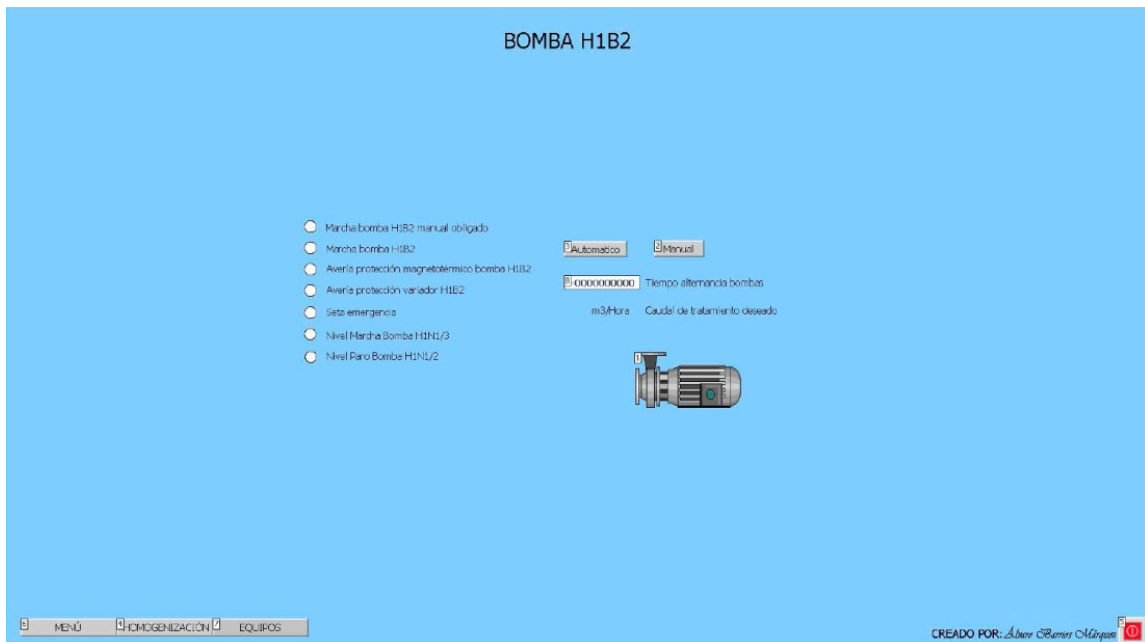
El nivel de paro se encuentra activo, por lo que la bomba no se encuentra en marcha a pesar de que no existe ninguna avería.



Pantalla 19: Ejemplo de funcionamiento de la bomba 1 y visualización de nivel de marcha

Al activarse nuevamente el nivel de marcha, la bomba se encuentra activa.

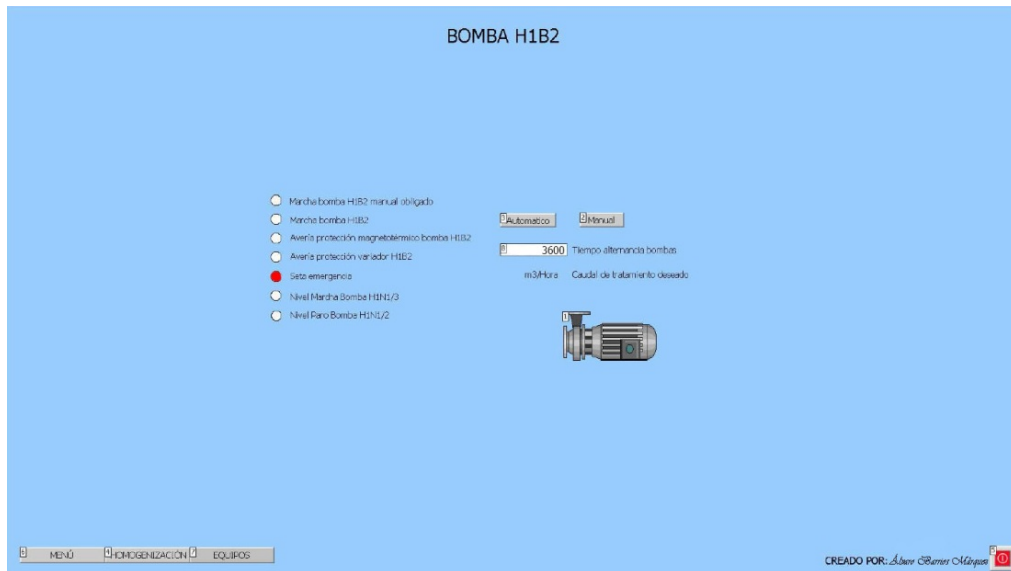
4.5.3.11) BOMBA H1B2



Pantalla 20: Pantalla de control y visualización del estado de la bomba centrífuga 2

Idéntico funcionamiento que la bomba que se encuentra funcionando en paralelo H1B1. Las variables siguen las mismas secuencias así como las mismas asociaciones en pantalla, siempre refiriéndonos a ellas con la leyenda H1B2.

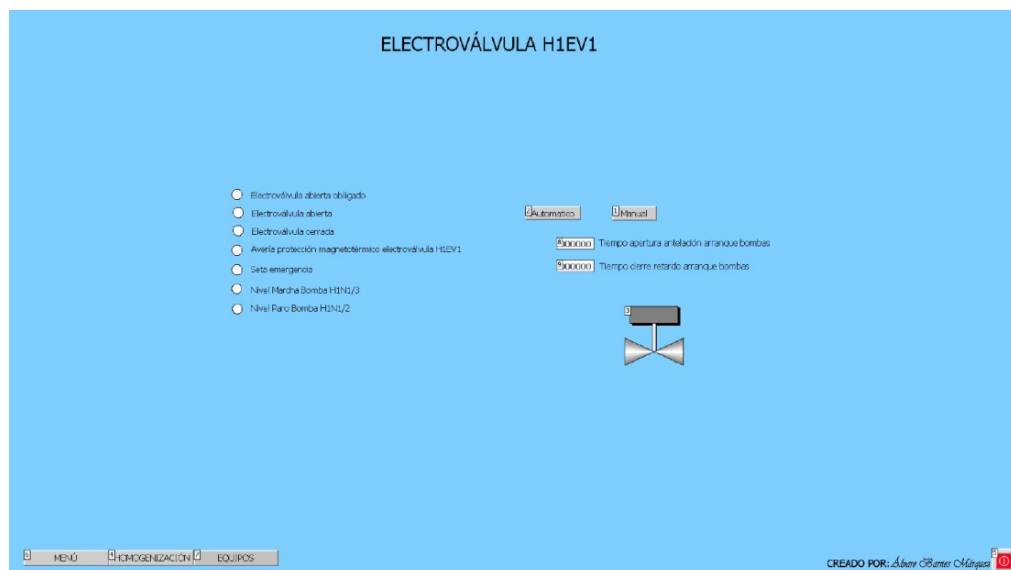
Vemos un ejemplo de funcionamiento:



Pantalla 21: Ejemplo de parada de la bomba por seta de emergencia

La seta de emergencia está activa, por lo que la bomba se encuentra apagada.

4.5.3.12) ELECTROVÁLVULA H1EV1



Pantalla 22: Pantalla que se muestra al meternos en el equipo electroválvula H1EV1



✓ Electroválvula abierta obligado: Activada la señal procedente del selector manual denominada “Selector Manual H1EV1”, veremos en pantalla la obligación de funcionamiento de ésta.

✓ Electroválvula abierta: Lo asociaremos a la variable “Scada Piloto Electroválvula H1EV1”. En este caso, tendremos color neutro en caso de que la variable devuelva el estado lógico “0”, cambiando de color (rojo) cuando la variable detecte la activación de la electroválvula, es decir, la variable devolverá el valor “1”.

✓ Electroválvula cerrada: Asociaremos el piloto siguiente a la misma variable que la anterior. En este caso, al contrario que en el anterior, el color “standard” cuando la variable devuelva el valor “0” será el rojo, cambiando a color blanco cuando la variable devuelva un “1”. De esta manera podremos visualizar siempre si está abierta o cerrada de una forma mucho más impactante para el ojo.

✓ Avería protección magnetotérmico electroválvula H1EV1: Si el magnetotérmico produce un corte, su variable “Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV1”, devolverá el valor lógico “0”, y con ello iluminaremos el piloto al que la asociamos.

✓ Seta emergencia: mismo funcionamiento que en los demás casos, pues es una variable común que funcionará en todos los casos de la misma manera.

✓ Nivel Marcha Bomba H1N1/3: Cuando se activa la variable “H1N1/3” a “1”, será cuando el depósito tenga un valor mayor o igual al fijado en esta marca de nivel. Para verlo de manera clara, encenderemos el piloto de color rojo cuando esto ocurra.

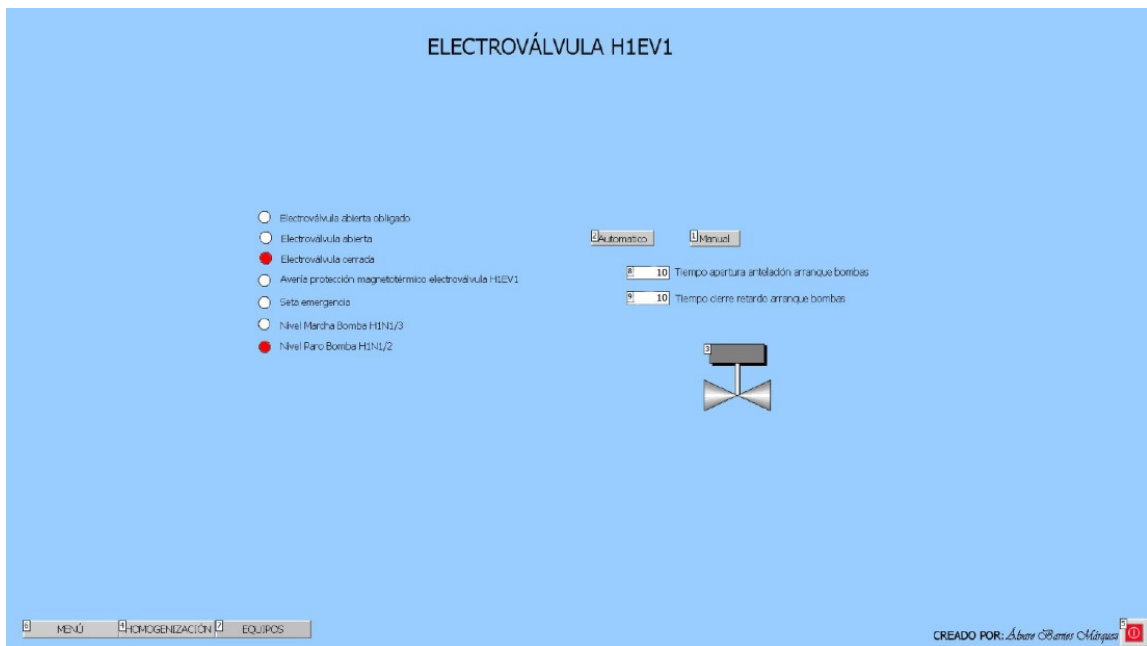
✓ Nivel Paro Bomba H1N1/2: Igual que anteriormente, el piloto se encenderá de color rojo cuando se active “H1N1/2”, que será cuando el nivel sea igual o menor que el fijado en esta marca.

✓ Automático: Pulsando el botón activamos “Scada Automático Electroválvula H1EV1”



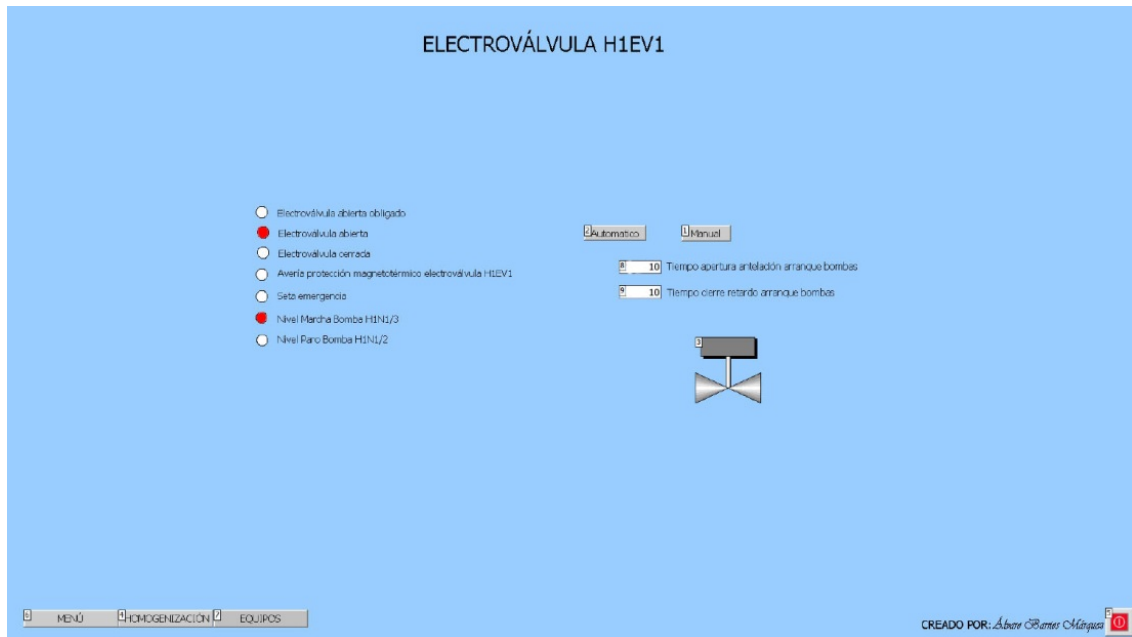
- ✓ Manual: Pulsando en este, cancelaremos la variable que se encarga de la activación del proceso automático, pasando a activarse la variable manual “Scada Manual Electroválvula H1EV1”
- ✓ Tiempo apertura antelación arranque bombas: “Scada Tiempo Apertura Antelación Arranque H1B1” tomará el valor que le indiquemos en pantalla. Su función será la que se indica en el propio nombre de la variable.
- ✓ Tiempo cierre retardo arranque bombas: “Scada Tiempo Cierre Retardo Arranque H1B1” también podrá ser introducida desde pantalla.

A continuación se muestran diferentes momentos de pantalla durante el uso:



Pantalla 23

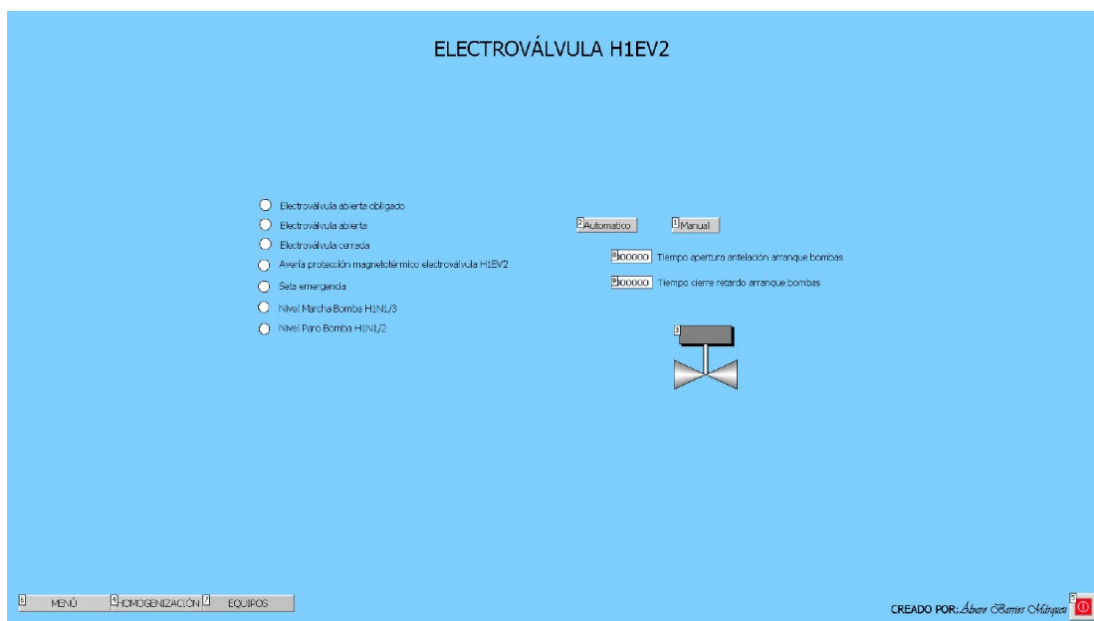
Al encontrarse el nivel de paro activo, y tras el tiempo de retardo que hemos fijado, vemos como la electroválvula vuelve a un estado de corte.



Pantalla 24: Muestra de estado de la electroválvula.

Al contrario que antes, vemos como al activarse el nivel de marcha y tras cumplirse el tiempo de retardo de apertura fijado, la electroválvula se coloca en estado de apertura.

4.5.3.13) ELECTROVÁLVULA H1EV2

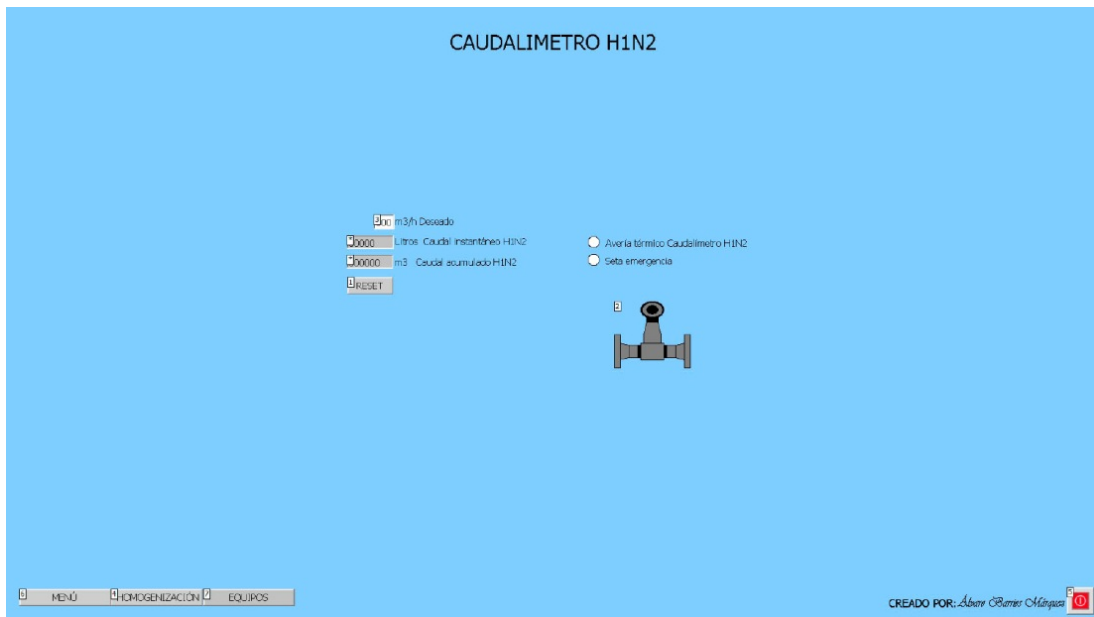


Pantalla 25: Pantalla de control y visualización de la electroválvula H1EV2



Exactamente el mismo funcionamiento, traspasado al subíndice H1EV2.

4.5.3.14) CAUDALÍMETRO H1N2



Pantalla 26: Pantalla de control del caudalímetro colocado a la salida de la estación de bombeo

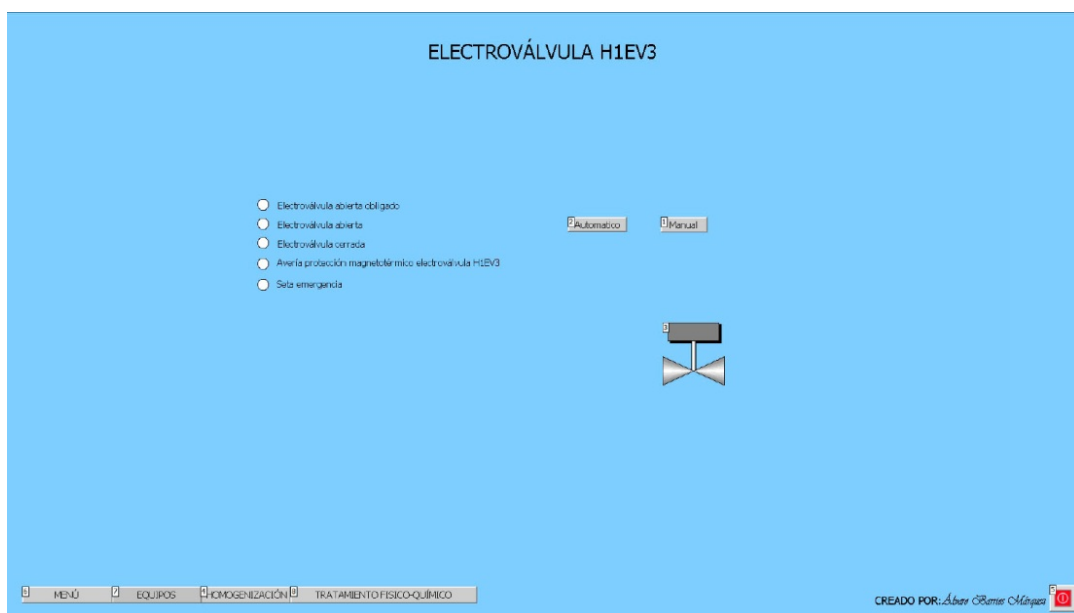
- ✓ M3/h Deseado: La variable "Scada m3/h Deseado" tomará el valor que introduzcamos en pantalla. De esta manera, podremos modificar en todo momento el caudal que queremos trabajar directamente.
- ✓ Caudal instantáneo H1N2: "Caudal litros H1N2/Segundo" se mostrará en pantalla mediante un cuadro de visualización. Esto nos será útil para ver en todo momento cuanto caudal pasa por la tubería.
- ✓ Caudal acumulado H1N2: La suma del caudal que llevamos trabajado se irá almacenando en la variable "m3 Totales Acumulados". Dicha variable nos mostrará en pantalla el valor total de metros cúbicos trabajados.
- ✓ RESET: Al tocar en pantalla el botón RESET, activaremos a "1" la variable "Reset contador m³ H1N2". El efecto no será otro que el de resetear el contaje

de metros cúbicos totales trabajados, comenzando la cuenta nuevamente desde 0.

✓ Avería térmico Caudalímetro H1N2: Medida de protección que colocamos. Al igual que en todos los procesos anteriores el círculo se mostrará de color rojo cuando la variable “Protección magnetotérmico H1N2” devuelva el valor “0”, lo cual indicará el estado de corte del magnetotérmico.

✓ Seta emergencia: “Seta de parada”. Esta variable funciona siempre de la misma manera, de modo que iluminaremos el piloto cuando la seta corte la corriente.

4.5.3.15) ELECTROVÁLVULA H1EV3



Pantalla 27: Pantalla de control de la electroválvula H1EV3

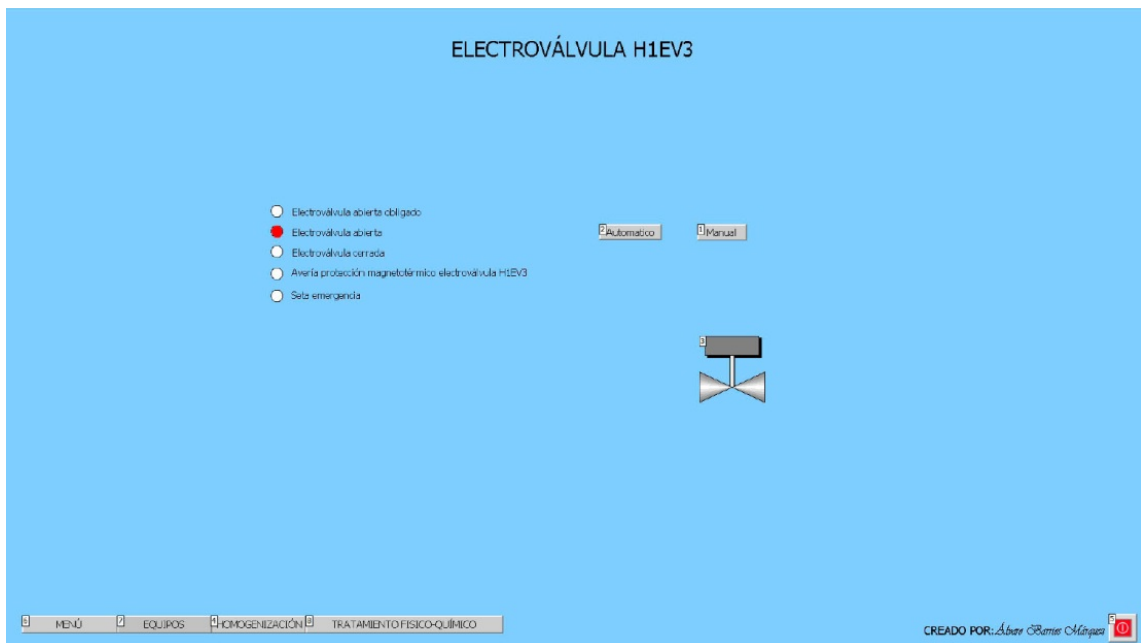
✓ Electroválvula abierta obligado: Cuando “Selector Electroválvula H1EV3” se activa a “1” forzamos la válvula a estar siempre activa, y por tanto siempre abierta.

✓ Electroválvula abierta: Habrá que tener en cuenta que la electroválvula será normalmente cerrada. El piloto lo asociaremos a la variable “Electroválvula H1EV3”, iluminándose de color rojo cuando la variable devuelve el valor “1”, es decir, cuando se abre.



- ✓ Electroválvula cerrada: Piloto que también asociaremos a la variable "Electroválvula H1EV3". En este caso, el color blanco se asociará al valor "1", devolviendo color rojo cuando el valor se encuentra a "0", funcionando así en su estado normalmente cerrado.
- ✓ Avería protección magnetotérmico electroválvula H1EV3: Al mostrarse el círculo rojo, vemos la existencia de un problema en dicha electroválvula. Lo veremos rojo porque la variable "Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV3" devuelve el valor "0".
- ✓ Seta emergencia: Variable "Seta de parada" a "0" hará que se ilumine el piloto.
- ✓ Automático: Fuerza a la variable "Scada Automatico Electroválvula H1EV5" tomar el valor "1".
- ✓ Manual: Cuando lo activamos, se desactiva el cuadrado Automático, y haremos que la variable "Scada Manual Electroválvula H1EV3" sea la que se encuentre a "1" y por tanto podremos gobernarla de manera independiente nosotros mismos.

Mostramos un momento de pantalla durante el proceso de la depuración:

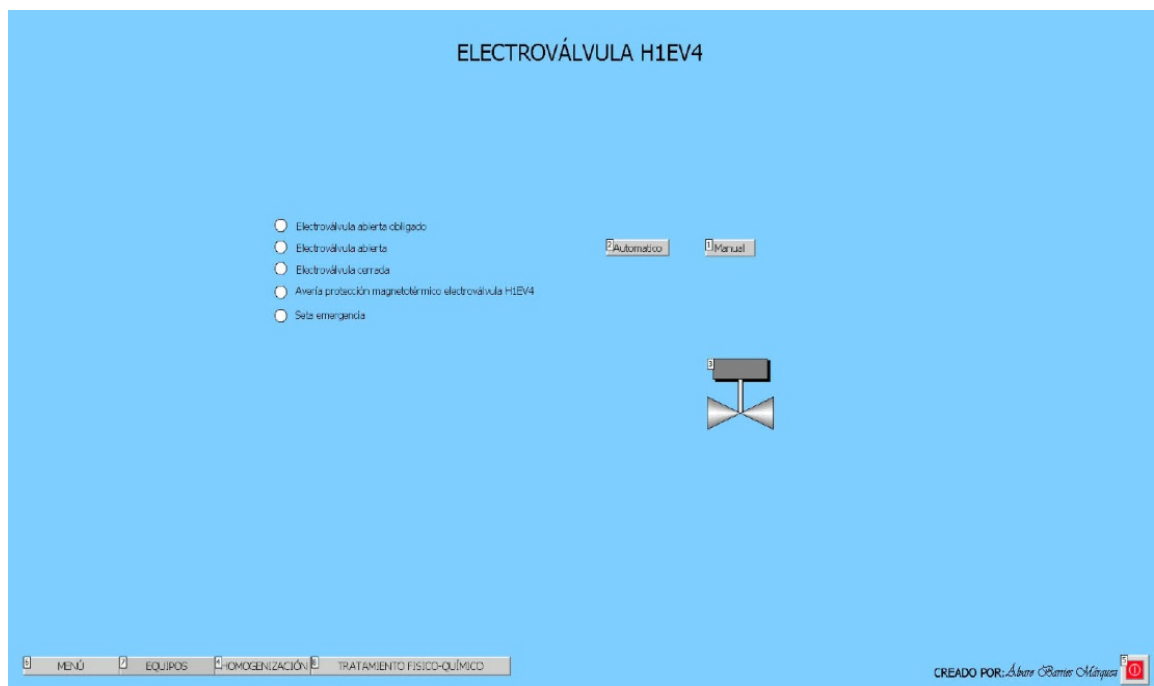


Pantalla 28: Ejemplo de funcionamiento en la cual vemos el estado de la electroválvula H1EV3



Vemos un funcionamiento sin problemas ni averías en la cual la electroválvula está abierta.

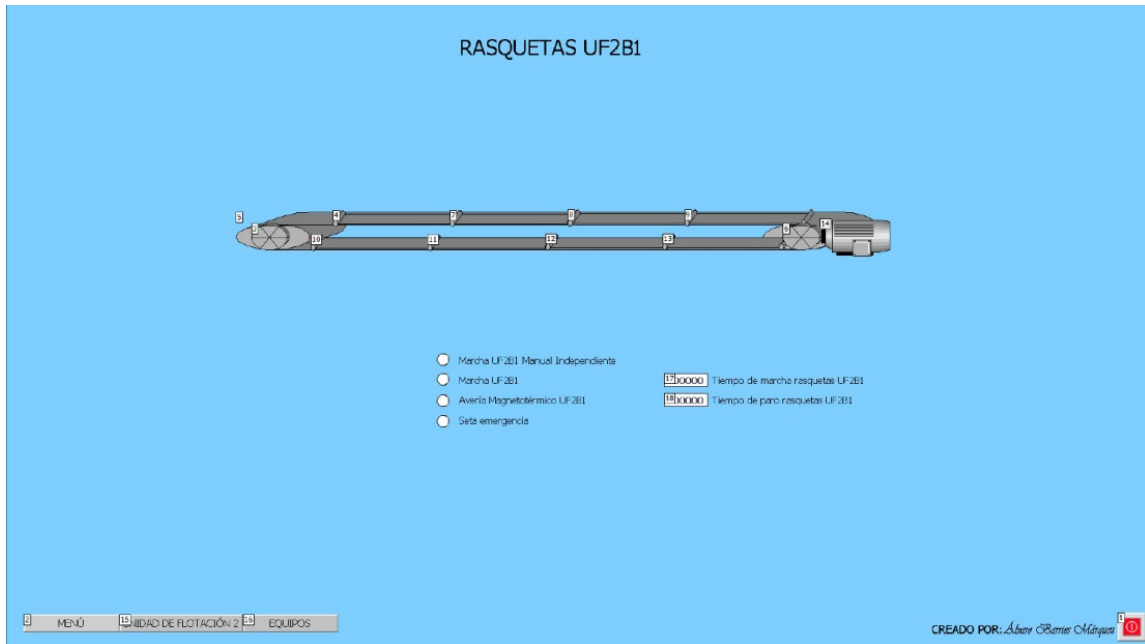
4.5.3.16) ELECTROVÁLVULA H1EV4



Pantalla 29: Pantalla de estado y control de la electroválvula H1EV4

Idéntico funcionamiento a la electroválvula anterior, cambiando las variables de H1EV4 por las de H1EV3. En este caso, la válvula será normalmente abierta, por lo que la forma de activar los pilotos será opuesta a la anterior.

4.5.3.17) RASQUETAS UF2B1



Pantalla 30: Pantalla de control individualizado de las rasquetas de la UF2

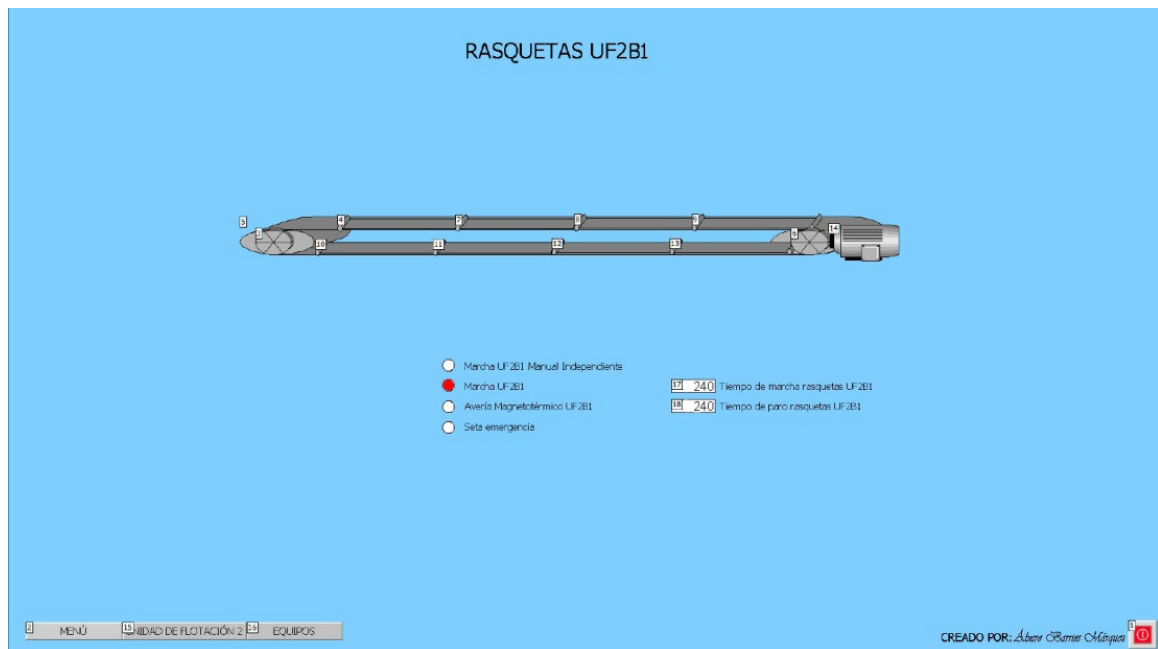
- ✓ **Marcha UF2B1 Manual Independiente:** El forzado del funcionamiento manual desde el selector del cuadro se hará efectivo cuando éste haga que la variable "Marca Selector Manual independiente UF2B1" devuelva el valor "1". Cuando esto ocurra, se visualizará en pantalla con el piloto rojo correspondiente.
- ✓ **Marcha UF2B1:** El círculo se encenderá en rojo cuando la variable "Rasquetas Unidad de Flotación 2 UF2B1" indique que éstas están en funcionamiento, es decir salida a "1" durante el proceso de depuración.
- ✓ **Avería Magnetotérmico UF2B1:** Si existe una avería, la variable del magnetotérmico "Protección Magnetotérmico Rasquetas UF2B1" nos retornará el valor "0". Si esto ocurre, haremos que el piloto se muestre de color rojo.
- ✓ **Seta emergencia:** Mismo funcionamiento de siempre en la variable "Seta de parada".



✓ Tiempo de marcha rasquetas UF2B1: El tiempo que transcurran las rasquetas en funcionamiento cuando su salida se active vendrá dado por la variable "Scada Tiempo de Marcha Rasquetas UF2B1". Esta variable la podremos modificar en todo momento desde el cuadro que vemos en pantalla.

✓ Tiempo de paro rasquetas UF2B1: El tiempo que las rasquetas están paradas también estará programado mediante una variable. El valor de ésta variable "Scada Tiempo de Paro Rasquetas UF2B1" también podremos introducirlo por pantalla, así como visualizarlo en todo momento.

Un ejemplo de funcionamiento de estas rasquetas:

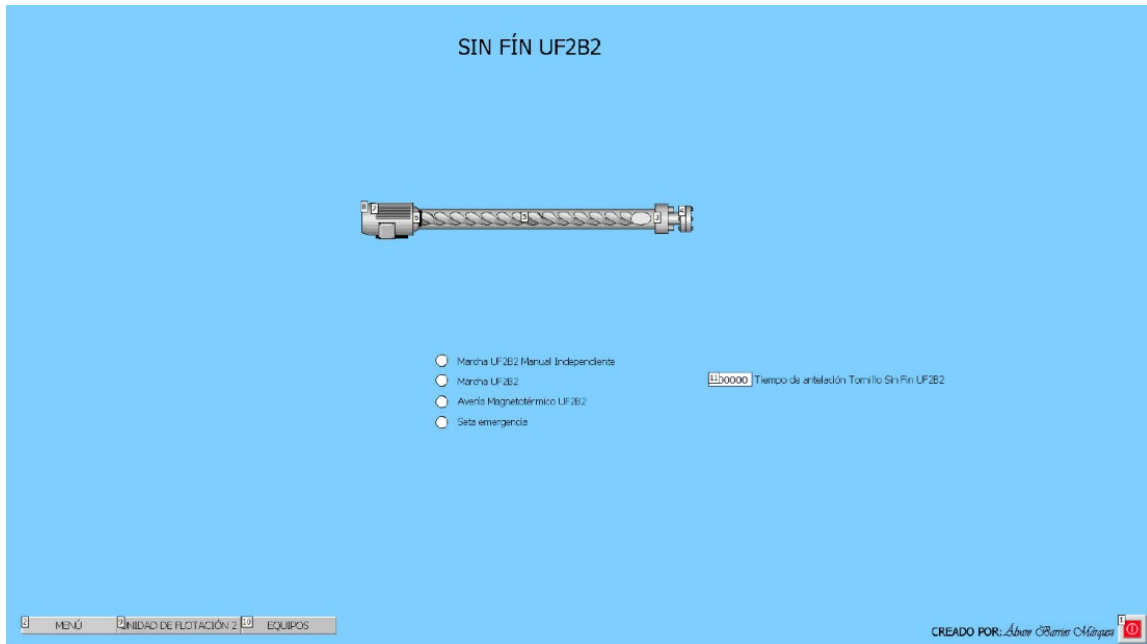


Pantalla 31: Ejemplo de pantalla de control y estado de las rasquetas

Configurados tiempos de marcha y paro vemos un momento en el cual las rasquetas están en marcha. No existen por tanto averías ni paros de emergencia.



4.5.3.18) SINFÍN UF2B2



Pantalla 32: Pantalla de control y estado del tornillo sinfín al fondo de la UF2/DAF2

- ✓ Marcha UF2B1 Manual Independiente: Cuando la variable "Marca Selector Manual independiente UF2B2" devuelva el valor "1", lo visualizaremos mediante el piloto de color rojo. De esta manera forzaremos el funcionamiento manual desde el cuadro.
- ✓ Marcha UF2B1: Este piloto será el encargado de encenderse cuando el Tornillo esté activado mediante el procedimiento normal. Así "Tornillo Sin Fin Extracción Fangos UF2B2" será la variable encargada de encender o no el piloto cuando corresponda.
- ✓ Avería Magnetotérmico UF2B1: Se asociará a la variable "Protección Magnetotérmico Tornillo Sin Fin Extractor Fangos UF2B2", que devuelve el valor "1" en conducción y "0" cuando el magnetotérmico salta. Precisamente por esto, el piloto se iluminará con el valor "0".
- ✓ Seta emergencia: Junto con variable "Seta de parada". El valor que activa el color rojo es "0".
- ✓ Tiempo de antelación Tornillo Sin Fin UF2B2: "ScadaTiempo Antelación Tornillo Sin Fin UF2B2" será la variable encargada de adelantar el arranque del



tornillo sinfín en la programación. El valor de tiempo podrá ser introducido mediante teclado directamente en el cuadro de modificación que se ve en pantalla.

4.5.3.19) BOMBA DE RECIRCULACIÓN UF2B3



Pantalla 33: Pantalla encargada de gobernar la bomba de recirculación de la UF2

✓ **Marcha UF2B3 Manual Independiente:** Desde el selector del cuadro podremos forzar a la variable "Marca Selector manual independiente UF2B3" a "1". Con ello, asociando esta variable a el piloto que describimos, lograremos poder visualizar en pantalla cuando la bomba funciona de forma forzada, puesto que el círculo se mostrará de color rojo.

✓ **Marcha UF2B3:** Veremos de color rojo el piloto cuando la variable "Bomba Recirculación UF2B3" indique el funcionamiento de la bomba marcando un valor "1" de salida.

✓ **Avería Magnetotérmico UF2B3:** Funcionará de forma similar a todos los demás sistemas de protección anteriores. De esta manera la variable "Alarma

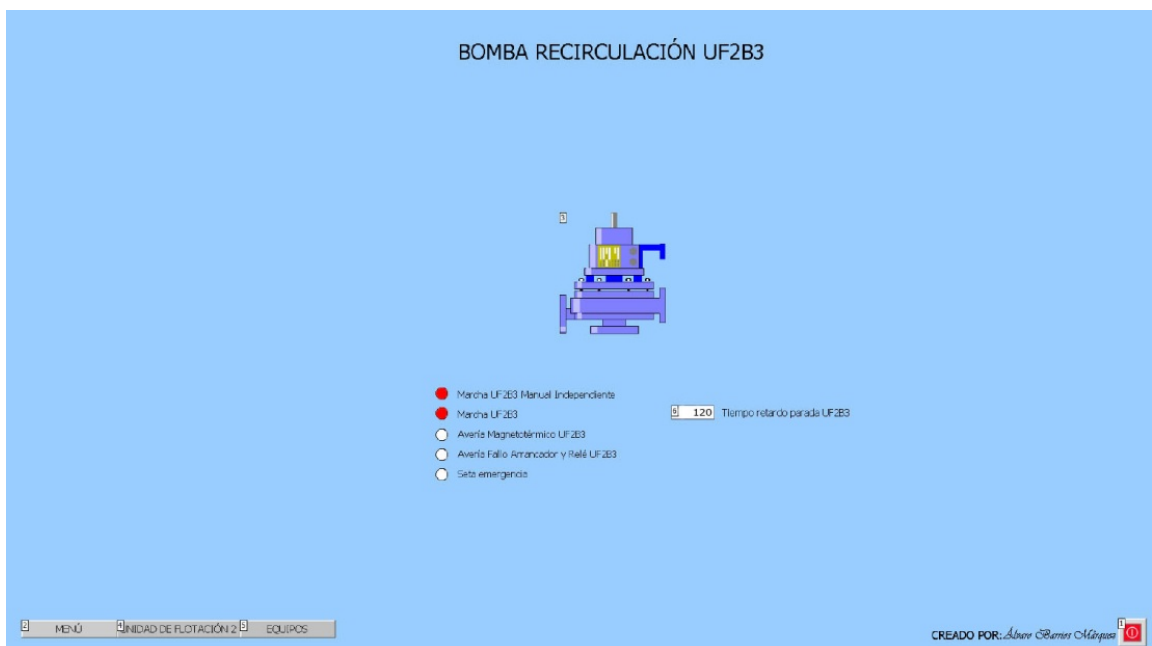
Protección Magnetotérmico Bomba Recirculación UF2B3” será la encargada de iluminar el piloto cuando devuelva un valor “0”.

✓ Avería Fallo Arrancador y Relé UF2B3: El relé funcionará de la misma manera que el magnetotérmico. Si bien su variable en este caso es la denominada “Alarma Relé Variador UF2B3”, también se asociará al piloto correspondiente, manteniéndose de color neutro cuando el valor es “1”, o poniéndose de color rojo cuando SCADA lea el valor “0”.

✓ Seta emergencia: Mismo funcionamiento que en anteriores casos. Misma variable asociada “Seta de parada”.

✓ Tiempo retardo parada UF2B3: “Scada Tiempo Retardo Parada UF2B3” será la variable a la cual podemos cargarle un valor directamente introduciéndolo desde pantalla mediante teclado.

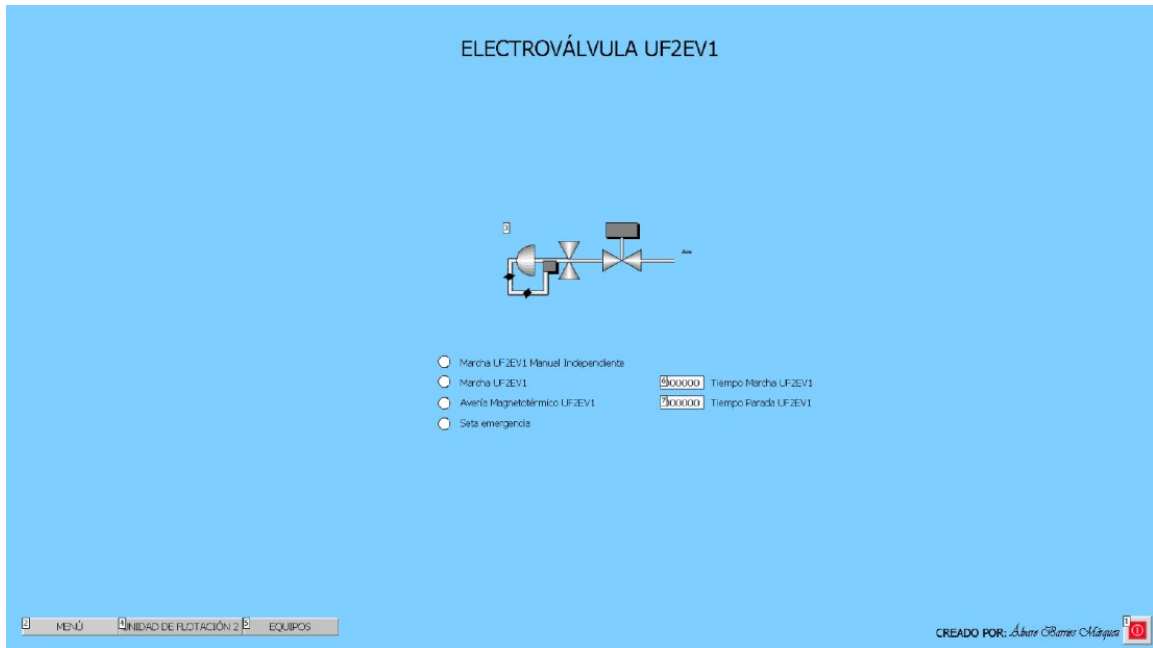
A continuación se muestra una pantalla de ejemplo:



Pantalla 34: Ejemplo de estado de la pantalla encargada de la bomba de recirculación

Tenemos un caso teórico en la que todo funciona correctamente. A pesar de que la bomba estaría en funcionamiento de manera automática, vemos como encontramos activa su marcha forzada también.

4.5.3.20) ELECTROVÁLVULA UF2EV1



Pantalla 35: Pantalla de la electroválvula de apertura para arqueta de fangos.

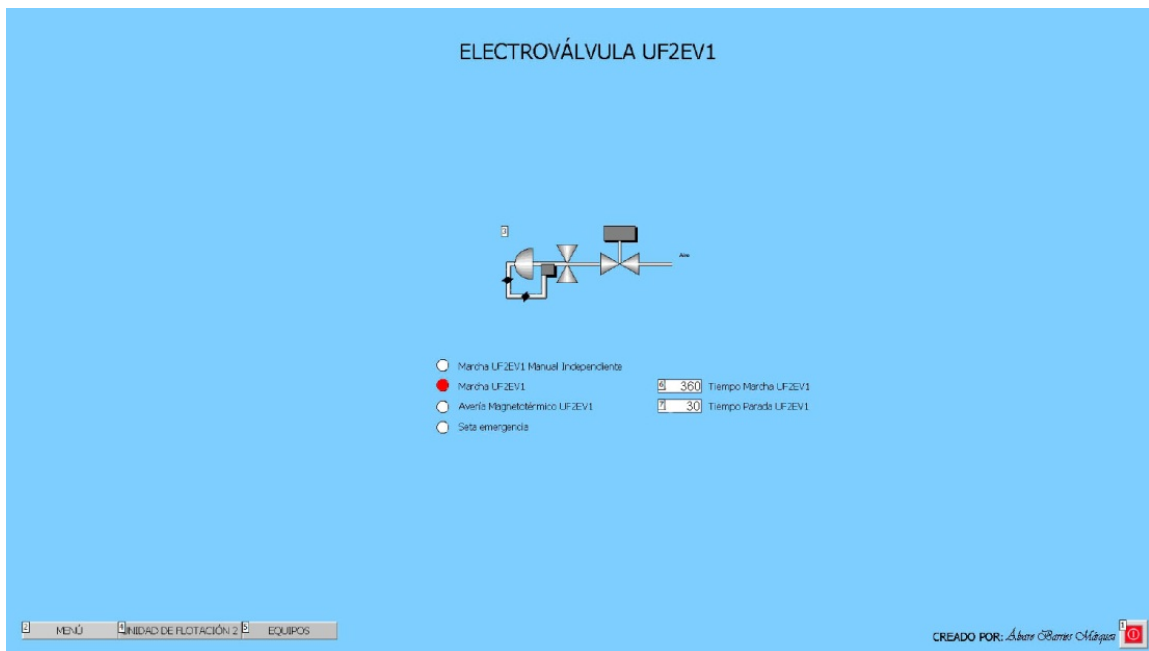
- ✓ Marcha UF2EV1 Independiente: Piloto que veremos de color blanco cuando "Marca Selector Manual independiente UF2EV1" esté a "0". Si activamos el selector desde el cuadro, lo visualizaremos en rojo.
- ✓ Marcha UF2EV1: Cuando la electroválvula se conecte durante el proceso automático, la variable "Electroválvula Unidad de Flotación 2 UF2EV1" nos devolverá el valor "1". Esto hará que veamos el piloto en color rojo
- ✓ Avería Magnetotérmico UF2EV1: Si la variable "Protección Magnetotérmico Electroválvula UF2EV1" devuelve un valor "0", significará que el magnetotérmico se encuentra en estado de corte. Al iluminarse el piloto con dicho valor, sabremos que ocurre algún tipo de avería directamente visualizando la pantalla.
- ✓ Seta emergencia: Funcionamiento idéntico al resto de casos del piloto asociado a la variable "Seta de parada".
- ✓ Tiempo Marcha UF2EV1: El tiempo que la electroválvula permanece abierta vendrá dado por el valor que contenga "Scada Tiempo de Marcha



UF2EV1". Dicho valor podremos introducirlo, verlo, y modificarlo en todo momento desde esta pantalla.

✓ Tiempo Parada UF2EV1: Mediante el cuadro de modificación que vemos en pantalla, podremos introducir vía teclado el valor de la variable "Scada Tiempo de Parada UF2EV1". Este tiempo será el que mantendrá cerrada la válvula a la que hace referencia.

A continuación mostramos un ejemplo de cómo se puede mostrar esta pantalla durante el funcionamiento:

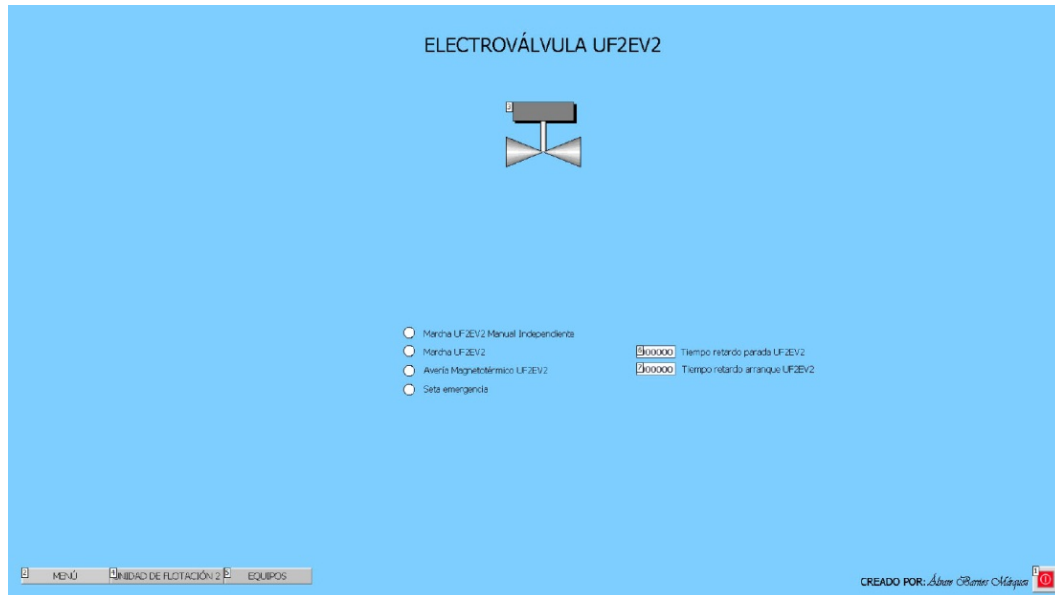


Pantalla 36: Ejemplo del estado de la pantalla durante la marcha de la electroválvula (apertura)

Una vez introducidos tiempos de marcha y paro, vemos un momento en el cual la electroválvula se encuentra abierta, es decir, activa en la evacuación de fangos.



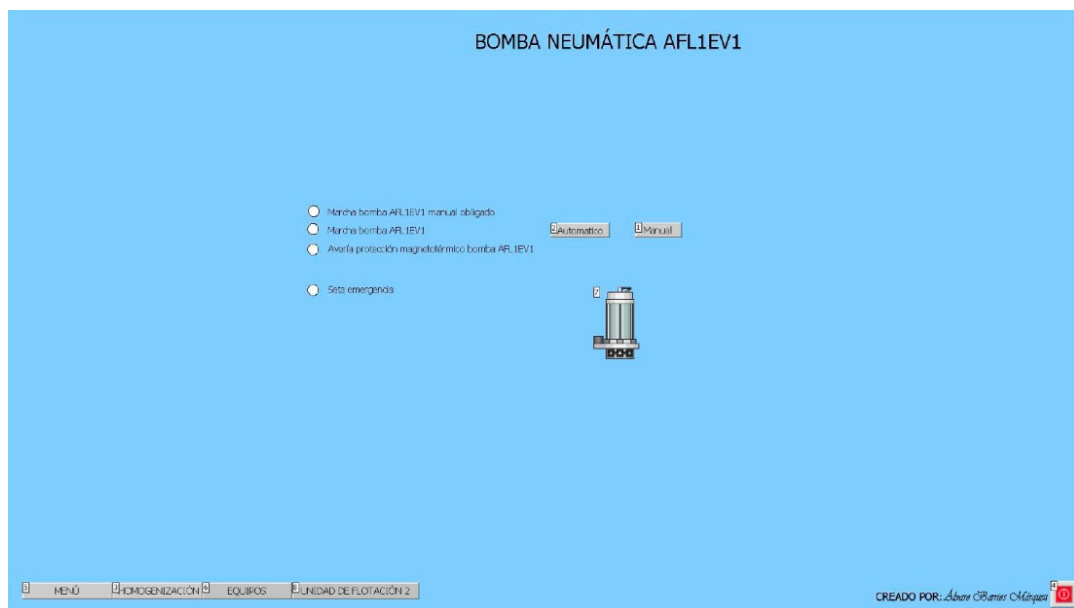
4.5.3.21) ELECTROVÁLVULA UF2EV2



Pantalla 37: Pantalla encargada del control y la visualización de la electroválvula UF2EV2

Exactamente el mismo funcionamiento que el anterior, con el subíndice UF2EV2 asociado.

4.5.3.22) BOMBA NEUMÁTICA AFL1EV1



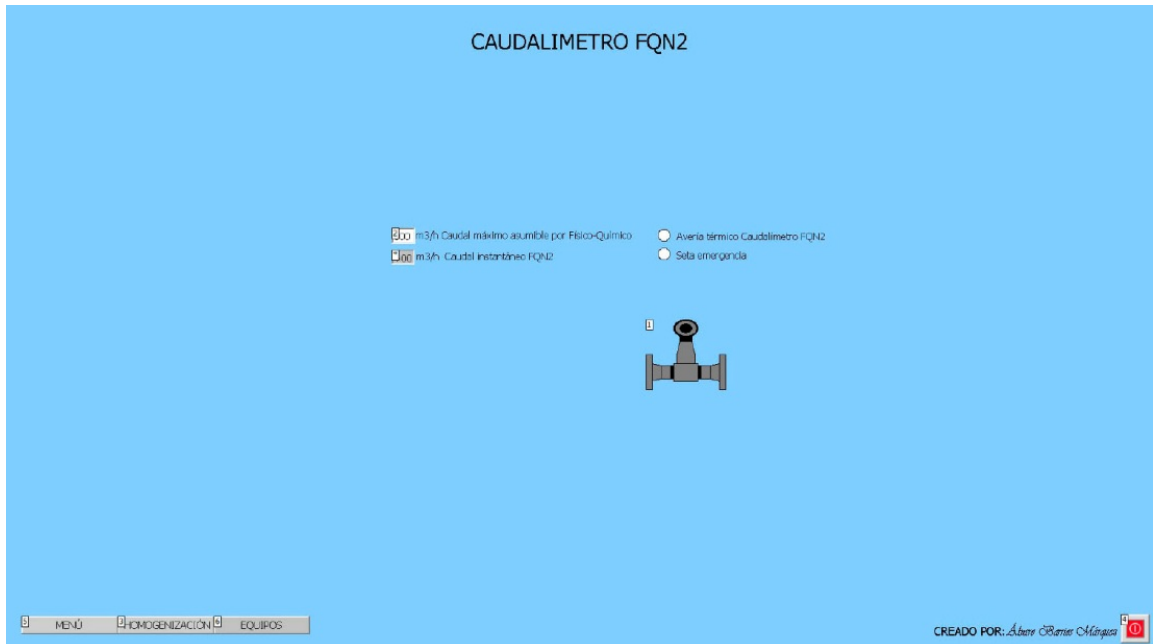
Pantalla 38: Pantalla de control y visualización diseñada para el control de la bomba neumática



- ✓ Marcha bomba AFL1EV1 manual obliado: Si forzamos desde el cuadro a la variable "Selector Manual Bomba Neumática AFL1EV1" a devolver el valor "1", podremos gobernar manualmente sin depender del programa automático la bomba. Gracias al piloto, podremos ver que estamos funcionando de éste modo.
- ✓ Marcha bomba AFL1EV1: La activación de la variable "Bomba Neumática AFL1EV1" hará que de forma instantánea visualicemos la marcha de dicha bomba mediante el piloto en rojo.
- ✓ Avería protección magnetotérmico bomba AFL1EV1: La variable que depende del magnetotérmico será "Protección Magnetotérmico Bomba Neumática AFL1EV1". Cuando el magnetotérmico salte, la variable se colocará a "0". Al estar el círculo correspondiente asociado a dicha variable, veremos como este se ilumina en color rojo cuando esto ocurre.
- ✓ Seta emergencia: Corte de emergencia que se visualizará en pantalla gracias al piloto asociado a la variable "Seta de parada". Se pondrá rojo cuando dicha variable devuelva el valor "0", es decir, corte su corriente.
- ✓ Automatico: Este botón hará que la variable "Scada Automático Bomba Neumática AFL1EV1" se ponga a "1". De esta manera, la programación detectará la puesta en marcha de manera automática de la bomba.
- ✓ Manual: Si queremos que la bomba funcione de manera manual, al hacer clic en el botón haremos que "Scada Manual Bomba Neumática AFL1EV1" se ponga a "1", poniéndose a "0" el estado anterior.



4.5.3.23) CAUDALÍMETRO FQN2

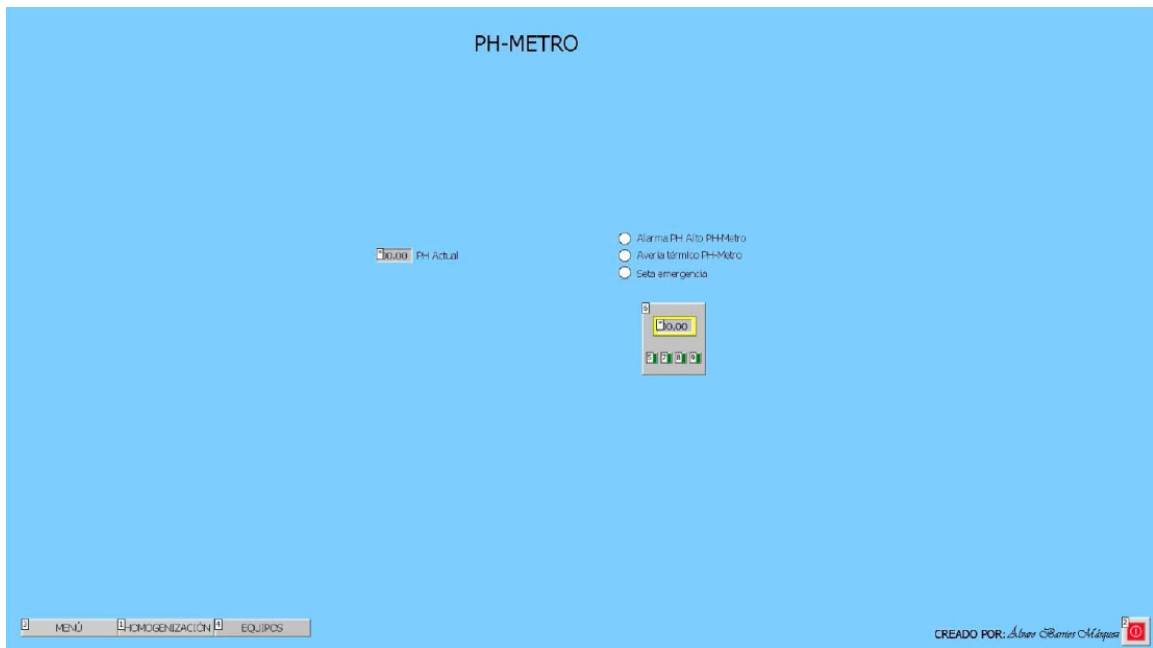


Pantalla 39: Pantalla diseñada en TIA Portal para el control del caudalímetro FQN2

- ✓ m³/h Caudal máximo asumible por Físico-Químico: Marcaremos un valor de referencia que almacenaremos en la variable “Scada Caudal máximo asumible por Físico-Químico m³”.
- ✓ m³/h Caudal instantáneo FQN2: La variable “Caudal instantáneo m³/h FQN2” se muestra en pantalla, pudiendo así ver en todo momento su valor.
- ✓ Avería térmico Caudalímetro FQN2: Si el magnetotérmico devuelve el valor lógico “0”, este piloto se iluminará indicándonos la avería. Ello será gracias a tener asociada la variable “Protección Magnetotérmico Caudalímetro FQN2” a el círculo que usaremos como avisador.
- ✓ Seta emergencia: “Seta de parada” es la variable asociada, haciendo que el piloto se ilumine de rojo cuando su valor es “0”.



4.5.3.24) PH-METRO

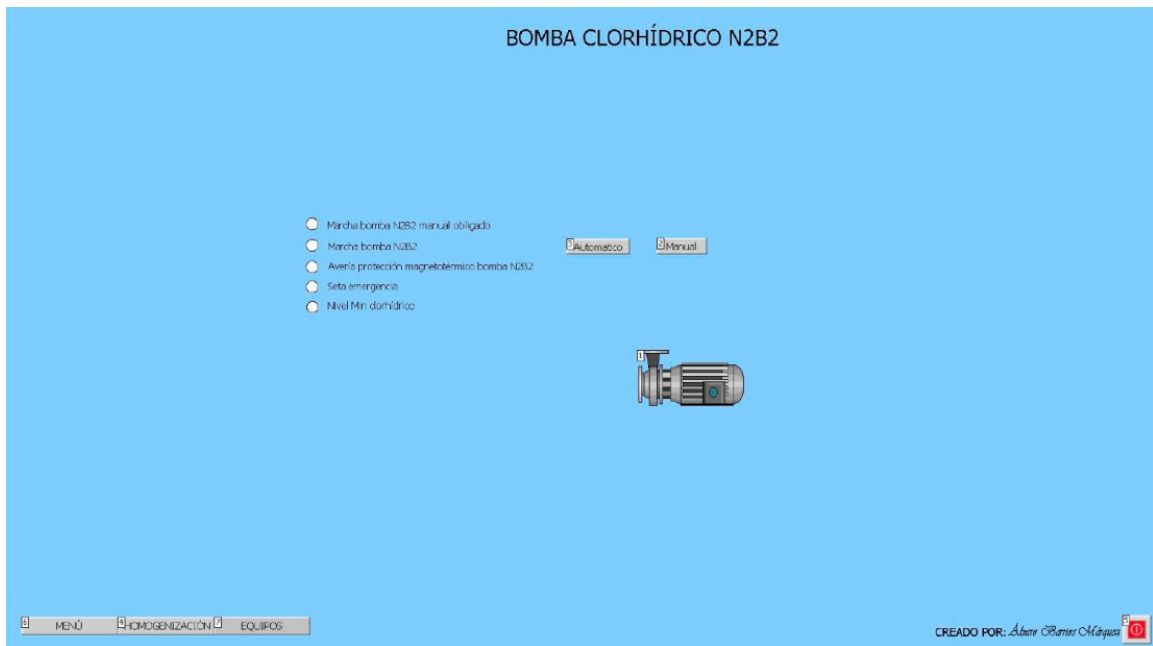


Pantalla 40: Pantalla de visualización y modificación de valores del pH-metro

- ✓ PH Actual: El valor de pH que obtenemos en el floculador mediante dicho sensor, se mostrará en todo momento en pantalla visualizando la variable “Ph Real”.
- ✓ Alarma PH Alto PH-Metro: Cuando el pH sea más alto de lo debido, el relé del ph-metro saltará, y por consiguiente su variable “TN2/2 PHMETRO” nos devolverá un valor “1”, encendiendo así un indicador luminoso para que podamos ver el exceso cuando este ocurra en pantalla.
- ✓ Seta emergencia: Asociada a la misma variable que los casos anteriores “Seta de parada”. Mismo funcionamiento.



4.5.3.25) BOMBA CLORHÍDRICO N2B2



Pantalla 41: Control y estado de la bomba impulsora de ácido clorhídrico

- ✓ Marcha bomba N2B2 manual obligado: Este objeto se verá de color rojo cuando la variable “Periferia Selector Manual Obligado Bomba Clorhídrico N2B2” tenga como valor lógico “1”
- ✓ Marcha bomba N2B2: “Periferia Bomba Dosificadora Clorhídrico N2B2” es su variable asociada. De esta manera cuando esta variable tenga el valor “1” veremos el piloto correspondiente tomar el color rojo.
- ✓ Avería protección magnetotérmico bomba N2B2: Se iluminará siempre que el protector cuya variable es “Periferia Protección Magnetotérmico Bomba Clorhídrico N2B2” se muestre en estado de corte, es decir, valor “0”.
- ✓ Seta emergencia: “Seta de parade” es la variable asociada, haciendo que el piloto se ilumine de rojo cuando su valor es “0”.
- ✓ Nivel Min clorhídrico: Si el nivel de ácido clorhídrico baja por debajo del nivel mínimo, la variable “Periferia Nivel Mínimo Deposito Clorhídrico”

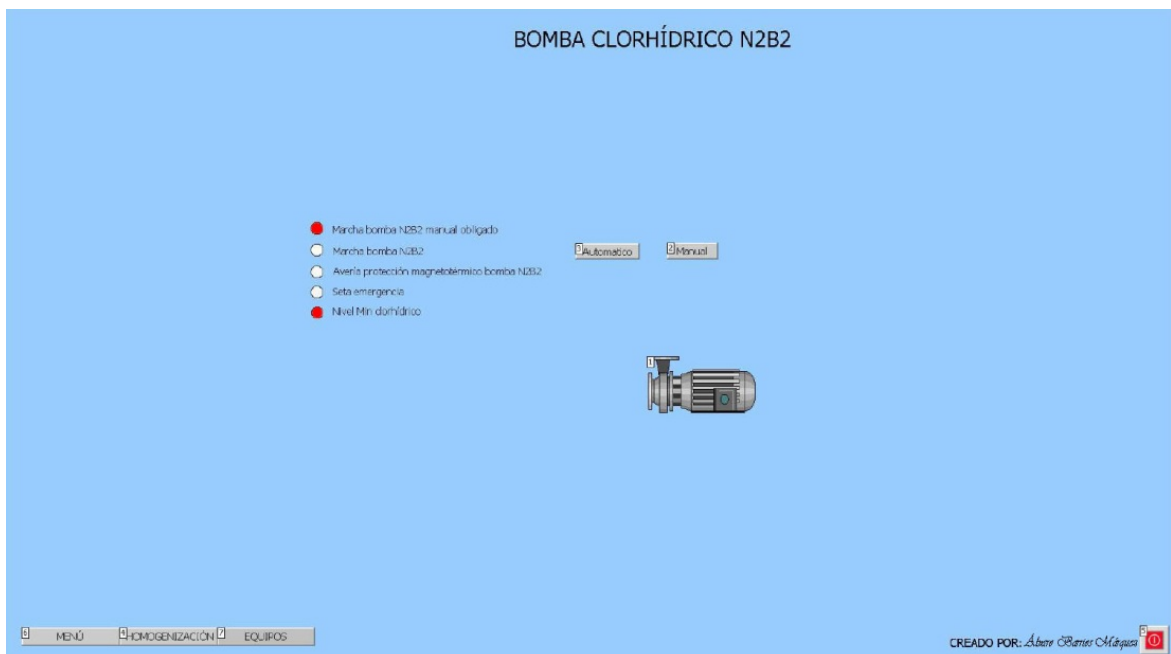


devolverá el valor “0” (dejara de detectar liquid a ese nivel) y el chivato nos avisará poniendose de color rojo.

✓ Automatico: “Scada Automático Marcha Bomba Clorhídrico N2B2”sera la variable que marcamos con valor “1” al activar este botón.

✓ Manual: El otro botón, al contrario que el anterior, hara que la variable que esta vez tenga un valor lógico “1” sea “Scada Manual Bomba Dosificadora Clorhídrico N2B2”

Pantalla en la cual observamos un ejemplo de estado de funcionamiento:



Pantalla 42: Ejemplo de pantalla de visualización de estado del funcionamiento obligado de la bomba

En este caso vemos como está activado el nivel mínimo de ácido clorhídrico, pero a pesar de ello, podríamos forzar la marcha manual de la bomba para que esta impulse lo que queda a la mezcla.



4.5.3.26) BOMBA POLIELECTROLITO PP1B2



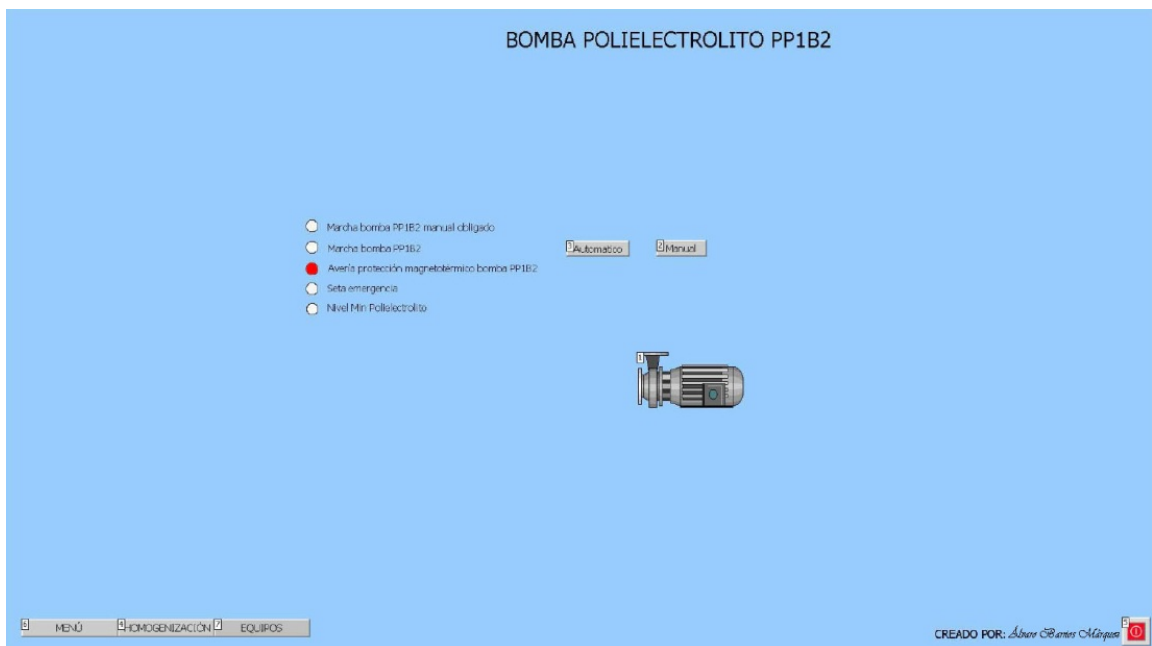
Pantalla 43: Pantalla de control diseñada para gobernar la bomba de adición de polielectrolito

- ✓ **Marcha bomba PP1B2 manual obligado:** La variable "Periferia Selector Manual Obligado Bomba Polielectrolito PP1B2" se activará cuando forcemos el funcionamiento variable desde el selector del cuadro. De esta manera y para poder visualizarlo en pantalla, asociamos la variable anteriormente dicha al piloto indicador, de modo que este se ilumine en rojo cuando devuelva el valor "1".
- ✓ **Marcha bomba PP1B2:** Piloto que funcionará acorde a la variable "Periferia Bomba Dosificadora Polielectrolito PP1B2", mostrándose de rojo cuando esta salida se active en el funcionamiento normal.
- ✓ **Avería protección magnetotérmico bomba PP1B2:** Podremos ver la existencia de un problema y/o avería gracias a la variable "Periferia Protección Magnetotérmico Bomba Polielectrolito PP1B2". Ésta se encontrará anclada al magnetotérmico de la bomba PP1B2, y el piloto que mostramos en pantalla se iluminará cuando el valor de dicha variable sea "0".
- ✓ **Seta emergencia:** Mismo funcionamiento de siempre. Misma variable "Seta de parada".



- ✓ Nivel Min Polielectrolito: Cuando la variable "Periferia Nivel Minimo Deposito Polielectrolito PP1N1/2" devuelva el valor 0, significará que el sensor colocado en la parte baja del depósito no detecta nivel. Esto lo indicaremos mediante un círculo rojo en pantalla que se activará con el corte del sensor, es decir, variable a "0".
- ✓ Automatico: Mediante el botón Automático, daremos a la variable "Scada Automático Marcha Bomba PP1B2 Polielectrolito" el valor "1", permitiendo así activar directamente en pantalla el funcionamiento automático de la bomba.
- ✓ Manual: "Scada Manual Bomba Dosificadora Polielectrolito PP1B2" se colocará a "1" siempre que activemos el cuadro manual al que se asocia la variable. De esta manera, cancelaremos el funcionamiento automático y podremos gobernar la bomba de manera manual.

Mostramos a continuación un ejemplo de estado durante el proceso:



Pantalla 44: Ejemplo de estado de la pantalla durante una avería en la bomba

Vemos como una avería de la bomba de dosificación hace que salte el magnetotérmico, y por consiguiente no se podrá activar la bomba.



4.5.4) RESUMEN VARIABLES PLC

NOMBRE	TIPO DE DATO	DIRECCIÓN	REMANENCIA
Scada Automático H1A1	Bool	%M0.0	True
Agitador H1A1	Bool	%Q0.0	False
Marcha H1A1	Bool	%M2.0	True
Agitador H2A1	Bool	%Q0.1	False
Seta de parada	Bool	%I0.0	False
Protección Magnetotérmico Agitador H1A1	Bool	%I0.1	False
Protección Magnetotérmico Nivel A1N1	Bool	%I0.2	False
Protección Magnetotérmico Agitador H2A1	Bool	%I0.3	False
Marcha H2A1	Bool	%M0.2	True
Marca H1A1 Automatico	Bool	%M0.3	True
Marca Manual H1A1	Bool	%M0.4	True
Scada Manual H1A1	Bool	%M0.5	True
Scada Automático H2A1	Bool	%M0.6	True
Marca Automatico H2A1	Bool	%M0.7	True
Marca Manual H2A1	Bool	%M1.0	True
Scada Manual H2A1	Bool	%M1.1	True
Entrada Analógica H1N1 Nivel Radar	Int	%IW128	False
Norm Analóg H1N1	Real	%MD10	True
Nivel % H1N1	Real	%MD14	True
H1N1/1	Bool	%M1.2	True
Scada %H1N1/1	Real	%MD18	True
Scada %H1N1/2	Real	%MD22	True
H1N1/2	Bool	%M1.3	True
H1N1/3	Bool	%M1.4	True
Scada %H1N1/3	Real	%MD26	True
H1N1/4	Bool	%M1.5	True
Scada %H1N1/4	Real	%MD30	True
H1N1/5	Bool	%M1.6	True
Scada %H1N1/5	Real	%MD34	True
H1N1/6	Bool	%M1.7	True
Scada %H1N1/6	Real	%MD38	True
H1N1/7	Bool	%M42.0	True
Scada %H1N1/7	Real	%MD44	True
Selector Tratamiento Físicoquímico	Bool	%I6.0	False



Selector Tratamiento Extracción Lanolina	Bool	%I5.7	False
Electroválvula H1EV3	Bool	%Q0.7	False
Electroválvula H1EV4	Bool	%Q0.6	False
Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV3	Bool	%I2.4	False
Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV4	Bool	%I2.3	False
Entrada Analógica H1N2 Caudalímetro Electromagnético	Int	%IW130	False
Norm Analóg H1N2	Real	%MD48	True
Caudal litros H1N2/Hora	Real	%MD52	True
Caudal instantáneo m3 H1N2	Real	%MD56	True
Litros Totales Acumulados	Real	%MD60	True
m3 Totales Acumulados	Real	%MD64	True
Reset contador m3 H1N2	Bool	%M0.1	True
Scada Automático H1B1	Bool	%M42.1	True
Protección Magnetotérmico H1B1	Bool	%I0.4	False
Protección Relé Variador H1B1	Bool	%I0.5	False
Protección Magnetotérmico H1B2	Bool	%I0.6	False
Protección Relé Variador H1B2	Bool	%I0.7	False
Scada Automático H1B2	Bool	%M42.2	True
H1B1 Bomba Centrifuga Exterior	Bool	%Q0.2	False
H1B2 Bomba Centrifuga Exterior	Bool	%Q0.3	False
Tiempo alternancia centrifugas Ext	Time	%MD68	True
Tiempo Alternancia Cumplido H1B1	Bool	%M42.3	True
Tiempo Alternancia Cumplido H1B2	Bool	%M42.4	True
Scada Manual H1B1	Bool	%M42.5	True
Scada Manual H1B2	Bool	%M42.6	True
Salida Analógica Consigna Variador H1B1	Word	%QW144	False
m3/h Deseado	Real	%MD72	True
Salida Analógica Consigna Variador H1B2	Word	%QW146	False
Caudal litros H1N2/Segundo	Real	%MD76	True
Marca Nivel Automático Marcha Unidad Flotación UF2	Bool	%M42.7	True
Marca Nivel Automático Marcha Centrifuga Lanolina 1 CFL1	Bool	%M43.0	True
Marca Nivel Automático Marcha Centrifuga Lanolina 2 CFL2	Bool	%M43.1	True
Electroválvula H1EV1	Bool	%Q0.4	False
Marca Automático Electroválvula H1EV1	Bool	%M43.2	True
Tiempo retardo (Electroválvula)H1B1	Time	%MD80	True
Tiempo retardo desconexión electroválvula H1B1	Time	%MD84	True



Marca Automático Electroválvula H1EV2	Bool	%M43.3	True
Tiempo retardo (Electroválvula) H1B2	Time	%MD88	True
Tiempo retardo desconexión Electroválvula H1B2	Time	%MD92	True
Electroválvula H1EV2	Bool	%Q0.5	False
Marca Manual Electroválvula H1EV2	Bool	%M43.4	True
Scada Automático Electroválvula H1EV2	Bool	%M43.5	True
Marca Manual Electroválvula H1EV1	Bool	%M43.6	True
Scada Automático Electroválvula H1EV1	Bool	%M43.7	True
Scada Manual Electroválvula H1EV1	Bool	%M96.0	True
Scada Manual Electroválvula H1EV2	Bool	%M96.2	True
Protección Magnetotérmico H1N2	Bool	%I1.1	False
Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV2	Bool	%I1.3	False
Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV1	Bool	%I1.2	False
Periferia Entrada Analógica FQN2	Int	%IW68	False
Norm Analóg FQN2	Real	%MD98	True
Caudal instantáneo m3/h FQN2	Real	%MD102	True
Periferia Protección Magnetotérmico Caudalímetro FQN2	Bool	%I20.1	False
TN2/1 PHMETRO	Bool	%I4.5	False
Periferia Bomba Dosificadora Clorhídrico N2B2	Bool	%Q20.1	False
Periferia Protección Magnetotérmico Bomba Clorhídrico N2B2	Bool	%I20.3	False
Protección Magnetotérmico PHMETRO FLN1	Bool	%I2.2	False
Alarma Protección PHMETRO FLN1	Bool	%M96.4	True
TN2/2 PHMETRO	Bool	%I4.4	False
Alarma Falta de ácido clorhídrico	Bool	%M96.5	True
Periferia Nivel Mínimo Deposito Polielectrolito PP1N1/2	Bool	%I20.0	False
Periferia Bomba Dosificadora Polielectrolito PP1B2	Bool	%Q20.0	False
Scada Automático Marcha Bomba Clorhídrico N2B2	Bool	%M96.6	True
Scada Automático Marcha Bomba PP1B2 Polielectrolito	Bool	%M96.7	True
Marca Electroválvula H1EV3	Bool	%M97.0	True
Marca Electroválvula H1EV4	Bool	%M97.1	True
Marca Bomba Centrifuga Exterior H1B1	Bool	%M97.2	True
Marca Bomba Centrifuga Exterior H1B2	Bool	%M97.3	True
Marca Obligación de Marcha H1B1	Bool	%M97.4	True
Marca Obligación de Marcha H1B2	Bool	%M97.5	True
Scada Automático Electroválvula H1EV4	Bool	%M97.6	True
Scada Automático Electroválvula H1EV3	Bool	%M97.7	True



Scada Manual Electroválvula H1EV4	Bool	%M110.0	True
Scada Manual Electroválvula H1EV3	Bool	%M110.1	True
Marca Automatico Bomba Dosificadora Clorhídrico N2B2	Bool	%M110.2	True
Marca Manual Bomba Dosificadora de Clorhidrico	Bool	%M110.3	True
Scada Manual Bomba Dosificadora Clorhidrico N2B2	Bool	%M110.4	True
Marca Automatico PP1B2 Bomba Dosificadora Polielectrolito	Bool	%M110.5	True
Marca Manual Bomba Dosificadora Polielectrolito PP1B2	Bool	%M110.6	True
Periferia Protección Magnetotérmico Bomba Polielectrolito PP1B2	Bool	%I20.2	False
Scada Manual Bomba Dosificadora Polielectrolito PP1B2	Bool	%M110.7	True
Entrada Analógica PP1N3 Caudal Polielectrolito	Int	%IW132	False
Norm Analóg PP1N3	Real	%MD112	True
Caudal Polielectrolito PP1N3	Real	%MD116	True
Scada Manual UF2	Bool	%M111.0	True
Protección Magnetotérmico Bomba Recirculación Unidad Flotación 2 UF2B3	Bool	%I1.0	False
Marca Manual Bomba Recirculación Unidad Flotación 2 UF2B3	Bool	%M111.1	True
Señal Presión Presostato UF2N1(UF2)	Bool	%I4.3	False
Protección Magnetotérmico Electroválvula UF2EV2	Bool	%I2.6	False
Marca Manual Electroválvula UF2EV2	Bool	%M111.2	True
Tiempo Estabilización del Sistema Retardo UF2T4	Time	%MD120	True
Marca Automático H1B1 Bomba Centrífuga Exterior	Bool	%M111.3	True
Marca Automático H1B2 Bomba Centrífuga Exterior	Bool	%M111.4	True
Marca Manual Tornillo Sin Fin Extractor Fangos UF2B2	Bool	%M111.5	True
Marca Manual Rasquetas UF2B1	Bool	%M111.6	True
Protección Magnetotérmico Tornillo Sin Fin Extractor Fangos UF2B2	Bool	%I2.7	False
Protección Magnetotérmico Rasquetas UF2B1	Bool	%I3.0	False
Marca Marcha Manual Electroválvula UF2EV1	Bool	%M140.1	True
Marca Marcha Manual Tornillo Sin Fin UF2B2	Bool	%M140.2	True
Marca tiempo de Marcha Cumplido Rasquetas UF2B1	Bool	%M140.3	True
Marca Tiempo de Paro Cumplido Rasquetas UF2B1	Bool	%M140.4	True
Tiempo de Marcha Rasquetas UF2B1	Time	%MD142	True
Tiempo de Paro Rasquetas UF2B1	Time	%MD146	True
Marca Marcha Manual Rasquetas UF2B1	Bool	%M140.5	True
Scada m3/h Deseado Fisicoquímico	Real	%MD150	True
Scada m3/h Deseado Extracción Lanolina	Real	%MD154	True
Tiempo de Flotación Cumplido UF2	Time	%MD158	True



Marca Tiempo de Flotación Cumplido	Bool	%M140.6	True
Tiempo Retardo Parada UF2B3	Time	%MD162	True
Tiempo Retardo Parada UF2EV2	Time	%MD166	True
Scada Automatico UF2	Bool	%M140.7	True
Bomba Recirculación UF2B3	Bool	%Q2.3	False
Electroválvula Unidad de Flotación 2 UF2EV2	Bool	%Q2.7	False
Tornillo Sin Fin Extracción Fangos UF2B2	Bool	%Q2.4	False
Rasquetas Unidad de Flotación 2 UF2B1	Bool	%Q2.5	False
Electroválvula Unidad de Flotación 2 UF2EV1	Bool	%Q2.6	False
Scada Manual Independiente Bomba Recirculación UF2B3	Bool	%M141.0	True
Scada Manual Independiente Electroválvula Unidad de Flotación 2 UF2EV1	Bool	%M141.1	True
Scada Manual Independiente Electroválvula UF2EV2	Bool	%M141.2	True
Scada Manual Independiente Tornillo Sin Fin UF2B2	Bool	%M141.3	True
Scada Manual Independiente UF2B1	Bool	%M141.4	True
Scada Automático Bomba Neumatica AFL1EV1	Bool	%M141.5	True
Scada Manual Bomba Neumática AFL1EV1	Bool	%M170.2	True
Bomba Neumática AFL1EV1	Bool	%Q1.0	False
Selector Automático H1A1	Bool	%I6.1	False
Selector Manual H1A1	Bool	%I6.2	False
Selector Automático H2A1	Bool	%I6.3	False
Selector Manual H2A1	Bool	%I6.4	False
Selector Automático H1B1	Bool	%I6.5	False
Selector Manual H1B1	Bool	%I6.6	False
Selector Automático H1B2	Bool	%I6.7	False
Selector Manual H1B2	Bool	%I7.0	False
Selector Automático H1EV1	Bool	%I7.1	False
Selector Manual H1EV1	Bool	%I7.2	False
Selector Automático H1EV2	Bool	%I7.3	False
Selector Manual H1EV2	Bool	%I7.4	False
Selector Automático H1EV4	Bool	%I7.5	False
Selector Manual H1EV4	Bool	%I7.6	False
Selector Automático H1EV3	Bool	%I7.7	False
Selector Manual H1EV3	Bool	%I8.0	False
Selector Automático PP1B2	Bool	%I8.1	False
Selector Manual PP1B2	Bool	%I8.2	False
Selector Automático N2B2	Bool	%I8.3	False



Selector Manual N2B2	Bool	%I8.4	False
Selector Automático Bomba Neumatica AFL1EV1	Bool	%I8.5	False
Selector Manual Bomba Neumática AFL1EV1	Bool	%I8.6	False
Selector Automático UF2	Bool	%I9.7	False
Selector Manual UF2	Bool	%I10.0	False
Selector Manual Independiente Bomba Recirculación UF2B3	Bool	%I10.1	False
Selector Manual Independiente Tornillo Sin Fin UF2B2	Bool	%I10.2	False
Selector Manual Independiente Rasquetas UF2B1	Bool	%I10.3	False
Selector Manual Independiente Electroválvula UF2EV1	Bool	%I10.4	False
Selector Manual Independiente Electroválvula UF2EV2	Bool	%I10.5	False
Protección Magnetotérmico Subcuadro Lanolina Italia Q5	Bool	%I3.1	False
Protección Magnetotérmico Electroválvula UF2EV1	Bool	%I3.2	False
Protección Magnetotérmico Bomba Neumática AFL1EV1	Bool	%I3.5	False
Alarma Protección Magnetotérmico Subcuadro Lanolina Italia	Bool	%M170.7	True
Alarma Protección Magnetotérmico Agitador H1A1	Bool	%M171.0	True
Alarma Protección Magnetotérmico Agitador H2A1	Bool	%M171.1	True
Alarma Protección Magnetotérmico Bomba H1B1	Bool	%M171.2	True
Alarma Protección Magnetotérmico Bomba H1B2	Bool	%M171.3	True
Alarma Protección Magnetotérmico Bomba Recirculación UF2B3	Bool	%M171.4	True
Alarma Protección Magnetotérmico Tornillo Sin Fin UF2B2	Bool	%M171.5	True
Alarma Protección Magnetotérmico Rasquetas UF2B1	Bool	%M171.6	True
Alarma Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV1	Bool	%M172.3	True
Alarma Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV2	Bool	%M172.4	True
Alarma Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV4	Bool	%M172.5	True
Alarma Protección Magnetotérmico Electroválvula H1EV3	Bool	%M172.6	True
Alarma Protección Magnetotérmico Electroválvula UF2EV1	Bool	%M172.7	True
Alarma Protección Magnetotérmico Electroválvula UF2EV2	Bool	%M173.0	True
Alarma Protección Magnetotérmico Bomba Neumática AFL1EV1	Bool	%M173.1	True
Alarma Protección Magnetotérmico Nivel A1N1	Bool	%M173.2	True
Alarma Protección Magnetotérmico Presostato UF2N1	Bool	%M173.3	True
Protección Relé Arrancador UF2B3	Bool	%I3.7	False
Alarma Relé Variador H1B1	Bool	%M173.4	True
Alarma Relé Variador H1B2	Bool	%M173.5	True
Alarma Relé Variador UF2B1	Bool	%M173.6	True



Alarma Nivel Mínimo Homogeneización	Bool	%M173.7	True
Alarma Nivel Máximo Homogeneización	Bool	%M174.0	True
Alarma Nivel Bajo Polielectrolito a Floculador	Bool	%M174.1	True
Alarma Nivel Máximo Arqueta de Fangos	Bool	%M174.2	True
Nivel Máximo Arqueta de Fangos AFL1N2	Bool	%I5.0	False
Nivel Mínimo Arqueta de Fangos AFL1N1	Bool	%I5.1	False
Aviso Alarma Nivel Mínimo Homogeneización	Int	%MW175	True
Scada Reset Alarma Nivel Mínimo Homogeneización	Bool	%M174.3	True
Sirena Aviso Avería	Bool	%Q3.0	False
Aviso Alarma Nivel Máximo Homogeneización	Int	%MW178	True
Scada Reset Todas las Alarmas	Bool	%M174.4	True
Scada Reset Alarma Nivel Máximo Homogeneización	Bool	%M174.5	True
Aviso Alarma Falta de Ácido Clorhídrico	Int	%MW180	True
Scada Reset Alarma Falta de Ácido Clorhídrico	Bool	%M174.6	True
Aviso Alarma Nivel Bajo Polielectrolito a Floculador	Int	%MW182	True
Scada Reset Alarma Nivel Bajo Polielectrolito a Floculador	Bool	%M174.7	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico PHMETRO FLN1	Bool	%M177.0	True
Aviso Alarma Magnetotérmico PHMETRO FLN1	Int	%MW184	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Subcuadro Lanolina Italia	Bool	%M177.1	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Subcuadro Lanolina Italia	Int	%MW186	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Agitador H1A1	Int	%MW188	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Agitador H1A1	Bool	%M177.2	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Agitador H2A1	Bool	%M177.3	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Agitador H2A1	Int	%MW190	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Bomba H1B1	Bool	%M177.4	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Bomba H1B1	Int	%MW192	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Bomba H1B2	Bool	%M177.5	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Bomba H1B2	Int	%MW194	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Bomba Recirculación UF2B3	Int	%MW196	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Bomba Recirculación	Bool	%M177.6	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Tornillo Sin Fin UF2B2	Int	%MW198	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Tornillo Sin Fin UF2B2	Bool	%M177.7	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Rasquetas UF2B1	Int	%MW200	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Rasquetas UF2B1	Bool	%M202.0	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Electroválvula H1EV1	Bool	%M202.5	True



Aviso Alarma Magnetotérmico Electroválvula H1EV1	Int	%MW212	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Electroválvula H1EV2	Bool	%M202.6	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Electroválvula H1EV2	Int	%MW214	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Electroválvula H1EV4	Bool	%M202.7	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Electroválvula H1EV4	Int	%MW216	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Electroválvula H1EV3	Bool	%M203.0	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Electroválvula H1EV3	Int	%MW218	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Electroválvula UF2EV1	Bool	%M203.1	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Electroválvula UF2EV1	Int	%MW220	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Electroválvula UF2EV2	Bool	%M203.2	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Electroválvula UF2EV2	Int	%MW222	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Bomba Neu- mática AFL1EV1	Bool	%M203.3	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Bomba Neumática AFL1EV1	Int	%MW224	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Nivel A1N1	Bool	%M203.4	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Nivel A1N1	Int	%MW226	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Presostato UF2N1	Bool	%M203.5	True
Aviso Alarma Magnetotérmico Presostato UF2N1	Int	%MW228	True
Scada Reset Alarma Relé Variador H1B1	Bool	%M203.6	True
Aviso Alarma Relé Variador H1B1	Int	%MW230	True
Scada Reset Alarma Relé Variador H1B2	Bool	%M203.7	True
Aviso Alarma Relé Variador H1B2	Int	%MW232	True
Scada Reset Alarma Relé Arrancador UF2B3	Bool	%M234.0	True
Aviso Alarma Relé Arrancador UF2B3	Int	%MW236	True
Scada Reset Alarma Nivel Máximo Arqueta de Fangos AFL1N2	Bool	%M234.1	True
Aviso Alarma Nivel Máximo Arqueta de Fangos	Int	%MW238	True
Scada Anular Sirena	Bool	%M234.2	True
Marca Selector Automático H1A1	Bool	%M234.3	True
Marca Selector Automático H2A1	Bool	%M234.4	True
Marca Selector Automático H1B1	Bool	%M234.5	True
Marca Selector Automático H1EV1	Bool	%M234.6	True
Marca Selector Automático H1B2	Bool	%M234.7	True
Marca Selector Automático H1EV2	Bool	%M235.0	True
Marca Selector Automático N2B2	Bool	%M235.1	True
Marca Selector Automático H1EV4	Bool	%M235.2	True



Marca Selector Automático H1EV3	Bool	%M235.3	True
Marca Selector Automático PP1B2	Bool	%M235.4	True
Marca Selector Automático UF2	Bool	%M235.5	True
Marca Selector Automático AFL1EV1	Bool	%M235.6	True
Marca Selector Manual H1A1	Bool	%M240.3	True
Marca Selector Manual H2A1	Bool	%M240.4	True
Marca Selector Manual H1B1	Bool	%M240.5	True
Marca Selector Manual H1EV1	Bool	%M240.6	True
Marca Selector Manual H1B2	Bool	%M240.7	True
Marca Selector Manual H1EV2	Bool	%M241.0	True
Marca Selector Manual H1EV4	Bool	%M241.1	True
Marca Selector Manual H1EV3	Bool	%M241.2	True
Marca Selector Manual PP1B2	Bool	%M241.3	True
Marca Selector Manual UF2	Bool	%M241.4	True
Marca Selector Manual AFL1EV1	Bool	%M241.5	True
Marca Selector manual independiente UF2B3	Bool	%M242.2	True
Marca Selector Manual Independiente UF2EV1	Bool	%M242.3	True
Marca Selector Manual Independiente UF2EV2	Bool	%M242.4	True
Marca Selector Manual Independiente UF2B2	Bool	%M242.5	True
Marca Selector Manual Independiente UF2B1	Bool	%M242.6	True
Protección Magnetotérmico Caudalímetro PP1N3	Bool	%I1.4	False
Periferia Homogeneizadores H1 y H2 Max Capacidad	Bool	%Q20.2	False
Periferia Nivel Mínimo Deposito Clorhídrico	Bool	%I20.5	False
Periferia Selector Manual Obligado Bomba Polielectrolito PP1B2	Bool	%I20.6	False
Periferia Selector Manual Obligado Bomba Clorhídrico N2B2	Bool	%I20.7	False
Entrada Analógica FLN1 PHMETRO	Int	%IW134	False
Protección Magnetotérmico Subcuadro Lanolina Italia A1QF1	Bool	%I3.6	False
Marca Tiempo de parada Cumplido UF2B1	Bool	%M242.7	True
Marca Manual Rasquetas UF2B1 Flanco	Bool	%M243.0	True
Marca tiempo de parada cumplido flanco	Bool	%M243.1	True
Marca Marcha Rasquetas	Bool	%M243.2	True
Reset Set Marcha Rasquetas	Bool	%M243.3	True
Marca Reinicio de ciclo rasquetas	Bool	%M243.4	True
Marca Reinicio de Ciclo Rasquetas Flanco	Bool	%M243.5	True
Marca Reinicio de Ciclo Tornillo y UF2EV1	Bool	%M111.7	True
Marca Flanco Reinicio de Ciclo UF2EV1	Bool	%M124.0	True



Marca Tiempo de Marcha Cumplido UF2EV1	Bool	%M124.1	True
Marca Tiempo de Parada Cumplido UF2EV1	Bool	%M124.2	True
Marca Tornillo Sin Fin UF2B2	Bool	%M124.3	True
Marca Flanco Tornillo Sin Fin	Bool	%M124.4	True
Marca Tornillo Sin Fin Tiempo UF2B2	Bool	%M124.5	True
Tiempo Antelación UF2B2	Time	%MD126	True
Tiempo Parada UF2EV1	Time	%MD130	True
Tiempo Parado UF2B2	Time	%MD134	True
Tiempo Marcha UF2EV1	Time	%MD244	True
Tiempo Retardo Arranque UF2EV2	Time	%MD248	True
Marca Marcha Automático AFL1EV1	Bool	%M124.6	True
Marca Marcha Manual AFL1EV1	Bool	%M124.7	True
Marca Flanco Manual H1A1	Bool	%M125.0	True
Marca Flanco Automático H1A1	Bool	%M125.1	True
Marca Flanco Negativo Manual H1A1	Bool	%M125.2	True
Marca Flanco Negativo Automático H1A1	Bool	%M125.3	True
Marca Flanco Manual H2A1	Bool	%M125.4	True
Marca Flanco Automático H2A1	Bool	%M125.5	True
Marca Manual Flanco Negativo H2A1	Bool	%M125.6	True
Marca Automático Flanco Negativo H2A1	Bool	%M125.7	True
Tiempo Arranque Agitador 1 H1A1	Time	%MD4	True
Tiempo Arranque Agitador 2 H2A1	Time	%MD252	True
Reinicio Ciclo Sirena	Bool	%M2.2	True
Flanco Reinicio Ciclo Sirena	Bool	%M2.3	True
Bomba Transvase en marcha	Bool	%M2.4	True
Bomba Transvase en Marcha Periferia	Bool	%I20.4	False
Marca Selector Manual N2B2	Bool	%M2.1	True
Ph Normalizado	Real	%MD256	True
Ph Real	Real	%MD260	True
Scada Piloto Electroválvula H1EV1	Bool	%M2.5	True
Scada Piloto Electroválvula H1EV2	Bool	%M2.6	True
m3/h Deseado Escalado	Real	%MD264	True
m3/h Deseados Normalizados PID	Real	%MD268	True
Protección Térmico Interno Agitador H1A1	Bool	%I10.6	False
Protección Térmico Interno H2A1	Bool	%I10.7	False
Desactivar Sirena	Bool	%M8.3	True



Scada Tiempo Arranque Agitador H1A1	DInt	%MD304	True
Tiempo Arranque Agitador H1A1 MS	DInt	%MD308	True
Scada Tiempo Arranque Agitador H2A1	DInt	%MD312	True
Tiempo Arranque Agitador H2A1	DInt	%MD316	True
Scada Tiempo Apertura Antelación Arranque H1B1	DInt	%MD320	True
Tiempo Apertura Antelacion Arranque H1B1 MS	DInt	%MD324	True
Scada Tiempo Cierre Retardo Arranque H1B1	DInt	%MD328	True
Tiempo Cierre Retardo Arranque H1B1 MS	DInt	%MD332	True
Scada Tiempo Apertura Antelación Arranque H1B2	DInt	%MD336	True
Tiempo Apertura Antelación Arranque H1B2 MS	DInt	%MD340	True
Scada Tiempo Cierre Retardo Arranque H1B2	DInt	%MD344	True
Tiempo Cierre Retardo Arranque H1B2 MS	DInt	%MD348	True
Scada Tiempo Alternancia Bombas Centrifugas Ext	DInt	%MD352	True
Tiempo Alternancia Bombas Centrifugas Ext MS	DInt	%MD356	True
Scada Tiempo Retardo Parada UF2B3	DInt	%MD360	True
Tiempo Retardo Parada UF2B3 MS	DInt	%MD364	True
Scada Tiempo Retardo Arranque UF2EV2	DInt	%MD368	True
Tiempo Retardo Arranque UF2EV2 MS	DInt	%MD372	True
Scada Tiempo Retardo Parada UF2EV2	DInt	%MD376	True
Tiempo Retardo Parada UF2EV2 MS	DInt	%MD380	True
ScadaTiempo Antelación Tornillo Sin Fin UF2B2	DInt	%MD384	True
Tiempo Antelación Tornillo Sin Fin UF2B2 MS	DInt	%MD388	True
Scada Tiempo de Marcha UF2EV1	DInt	%MD392	True
Tiempo de Marcha UF2EV1 MS	DInt	%MD396	True
Scada Tiempo de Parada UF2EV1	DInt	%MD400	True
Tiempo de Parada UF2EV1 MS	DInt	%MD404	True
Scada Tiempo de Marcha Rasquetas UF2B1	DInt	%MD408	True
Tiempo de Marcha Rasquetas UF2B1 MS	DInt	%MD412	True
Scada Tiempo de Paro Rasquetas UF2B1	DInt	%MD416	True
Tiempo de Paro Rasquetas UF2B1 MS	DInt	%MD420	True
Scada Tiempo Estabilización del sistema	DInt	%MD424	True
Tiempo Estabilización del sistema MS	DInt	%MD428	True
Alarma Protección Magnetotérmico Caudalímetro FQN2	Bool	%M8.4	True
Aviso Alarma Protección Magnetotérmico Caudalímetro FQN2	Int	%MW138	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Caudalímetro FQN2	Bool	%M8.5	True
Alarma Protección Magnetotérmico Bomba Polielectrolito PP1B2	Bool	%M8.6	True



Aviso Alarma Protección Magnetotérmico Bomba Polielectrolito PP1B2	Int	%MW432	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Bomba Polielectrolito PP1B2	Bool	%M8.7	True
Alarma Protección Magnetotérmico Bomba Clorhídrico N2B2	Bool	%M9.0	True
Aviso Alarma Protección Magnetotérmico Bomba Clorhídrico N2B2	Int	%MW434	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Bomba Clorhídrico N2B2	Bool	%M9.1	True
Alarma Protección Magnetotérmico Caudalímetro PP1N3	Bool	%M9.2	True
Aviso Alarma Protección Magnetotérmico Caudalímetro PP1N3	Int	%MW436	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico Caudalímetro PP1N3	Bool	%M9.3	True
Alarma Protección Magnetotérmico Subcuadro Italia A1QF1	Bool	%M9.4	True
Aviso Alarma Protección Magnetotérmico Subcuadro Italia A1QF1	Int	%MW438	True
Scada Reset Alarma Magnetotérmico A1QF1	Bool	%M9.5	True
Alarma Protección Térmico Interno Agitador H1A1	Bool	%M9.6	True
Aviso Alarma Protección Térmico Interno Agitador H1A1	Int	%MW440	True
Scada Reset Alarma Térmico Interno Agitador H1A1	Bool	%M9.7	True
Alarma Protección Térmico Interno H2A1	Bool	%M140.0	True
Aviso Alarma Protección Térmico Interno H2A1	Int	%MW442	True
Scada Reset Alarma Térmico Interno H2A1	Bool	%M243.6	True
Alarma Nivel Mínimo Depósito Polielectrolito	Bool	%M243.7	True
Aviso Alarma Nivel Mínimo Depósito Polielectrolito PP1N1/2	Int	%MW444	True
Scada Reset Alarma Nivel Mínimo Polielectrolito PP1N1/2	Bool	%M446.0	True
Alarma Nivel Mínimo Depósito Clorhídrico	Bool	%M446.1	True
Aviso Alarma Nivel Mínimo Depósito Clorhídrico	Int	%MW448	True
Scada Reset Alarma Nivel Mínimo Depósito Clorhídrico	Bool	%M446.2	True
Presostato Aire Entrada General	Bool	%I4.2	False
Alarma Falta Aire General Instalación	Bool	%M446.3	True
Aviso Alarma Falta Aire General Instalación	Int	%MW450	True
Scada Reset Alarma Falta Aire General Instalación	Bool	%M446.4	True
Emergencia Disparo de Disyuntores Periferia	Bool	%Q20.3	False

Tabla 50: Variables totales (entradas, salidas y marcas virtuales) que han sido usadas en la programación en TIA Portal





CAPÍTULO 5

PRESUPUESTO



5.1) PRESUPUESTO DETALLADO; DESGLOSE

5.1.1) Armario PLC y cableado

Concepto	Unidad	Nº	Precio unitario	Precio total
Autómata S7 - 1200	Uds.	1	334,53	334,53
Módulo Siemens 16 Entradas	Uds.	3	147,38	442,14
Módulo Sienems S7-1200 16 Entradas / 16 Salidas	Uds.	1	235,04	235,04
Módulo Siemens 8 Entradas Analógicas	Uds.	1	304,61	304,61
Módulo Siemens 4 Salidas Analógicas	Uds.	1	321,36	321,36
Switch Siemens	Uds.	1	101,83	101,83
Fuente de alimentación DC 24V/10A	Uds.	1	188,11	188,11
Arrancador 11Kw	Uds.	1	239,41	239,41
Seta de parada	Uds.	1	14,09	14,09
Magnetotérmico auxiliar	Uds.	24	17,55	421,20
Disyuntor siemens 1,1 - 1,6A	Uds.	3	40,81	122,43



Disyuntor siemens 2,8 - 4A	Uds.	2	44,20	88,40
Selector Siemens I - o - II	Uds.	19	16,19	307,61
Sirena 230V	Uds.	1	91,00	91,00
Armario IDE ENL 200X800	Uds.	1	576,11	576,11
Armario IDE 2000X600X400	Uds.	1	623,09	623,09
Placa de montaje 2000X800	Uds.	1	113,10	113,10
Placa de montaje 2000x600	Uds.	1	91,00	91,00
Cable de 25 M/M	metros	20	2,74	54,80
Cable de 16 M/M	metros	8	1,69	13,52
Cable de 6 M/M	metros	50	0,66	33,00
Cable de 1,5 M/M	metros	100	0,18	18,00
Cable de 1 M/M	metros	300	0,16	48,00



5.1.2) Informática: Software y Hardware

Concepto	Unidad	Nº	Precio unitario	Precio total
Ordenador sobremesa completo con pantalla de 23"	Uds.	1	897,75	897,75
Runtime Scada 512 Tags Licencia Oficial Siemens	Uds.	1	1.415,97	1.415,97

5.1.3) Comunicación

Concepto	Unidad	Nº	Precio unitario	Precio total
Conector cable Profinet	Uds.	2	19,40	38,80
Cable Profinet	metros	40	1,94	77,60
Adaptador de Bus ET 200SP	Uds.	1	61,09	61,09
Conector Siemens ET 200SP	Uds.	1	29,41	29,41
Módulo cabecera ET 200SP	Uds.	1	269,83	269,83



5.1.4) Sensores

Concepto	Unidad	Nº	Precio unitario	Precio total
Sensor de nivel radar Vegapuls WL61	Uds.	1	1.129,97	1.129,97
Sensor de caudal IFM SM9000	Uds.	1	646,00	646,00
Sensor de caudal IFM SM6000	Uds.	1	353,00	353,00
Sensor de pH Crison PH27	Uds.	1	433,00	433,00

5.1.5) Actuadores

Concepto	Unidad	Nº	Precio unitario	Precio total
Bomba acero inoxidable Lowara COM350/09	Uds.	2	376,35	752,70
Bomba doble membrana Wildem XPX4	Uds.	1	1.294,28	1.294,28
Bomba Jesco memdos E110	Uds.	1	1.324,00	1.324,00
Bomba Jesco memdos LB110	Uds.	1	1.687,00	1.687,00
Agitador ABS XRW-210	Uds.	2	2.850,00	5.700,00
Electroválvula neumática 2/2 DN50	Uds.	6	227,45	1.364,70
Electroválvula neumática 2/2 DN100	Uds.	1	457,75	457,75



5.1.6) Programa PLC y SCADA

Concepto	Unidad	Nº	Precio unitario	Precio total
Programación PLC	Horas	110	20,00	2.200,00
Scada	Horas	50	20,00	1.000,00

5.1.7) SUBCONTRATAS: Instalaciones eléctricas y fontanería en nave

Concepto	Unidad	Precio total
<i>Conexión del cableado, elementos de seguridad, actuadores y sensores en planta:</i>		
Subcontratación a la empresa LUZMISA (incluido mano de obra y materiales)	Precio	20.682,25
<i>Instalación de línea de acometida a nave:</i>		
Subcontratación a la empresa LUZMISA (incluido mano de obra y materiales)	Precio	9.437,12



Instalación del armario:

Subcontratación a la empresa LUZMISA (incluido mano de obra y materiales)	Precio	5.360,56
--	--------	-----------------

Instalación de fontanería (ampliación planta):

Subcontratación a la empresa IINSTALACIONES ALBARCAS S.L. (incluido mano de obra y materiales)	Precio	4.737,71
---	--------	-----------------



5.2) RESUMEN PRESUPUESTO

CONCEPTO	PRECIO [€]
Armario PLC y cableado	4.782,38 €
Informática: Software y Hardware	2.313,72 €
Comunicación	476,73 €
Sensores	2.561,97 €
Actuadores	12.580,43 €
Programa PLC y SCADA	3.200,00 €
SUBTOTAL	25.915,23 €

SUBCONTRATAS	PRECIO [€]
Electricidad: Luzmisa	35.479,93 €
Fontanería: Instalaciones Albarcas S.L.	4.737,71 €
SUBTOTAL	40.217,64 €

PRECIO TOTAL SIN IVA	66.132,87 €
-----------------------------	--------------------

I.V.A. 21% 13.887,90 €

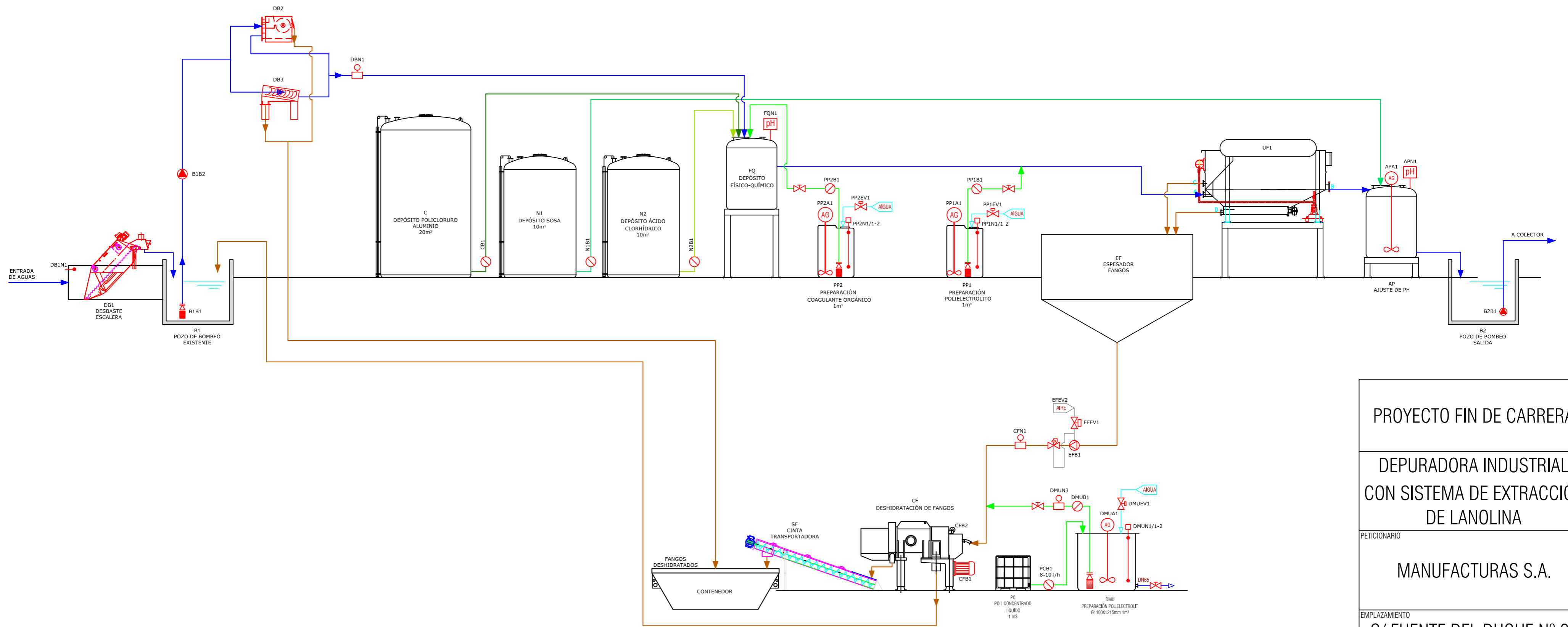
PRECIO FINAL

80.020,77 €



ANEXO I

PLANOS



PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPURADORA INDUSTRIAL
CON SISTEMA DE EXTRACCIÓN
DE LANOLINA

PETICIONARIO

MANUFACTURAS S.A.

EMPLAZAMIENTO

C/ FUENTE DEL DUQUE Nº 23

MUNICIPIO BÉJAR

PROVINCIA SALAMANCA 37700

SELLO

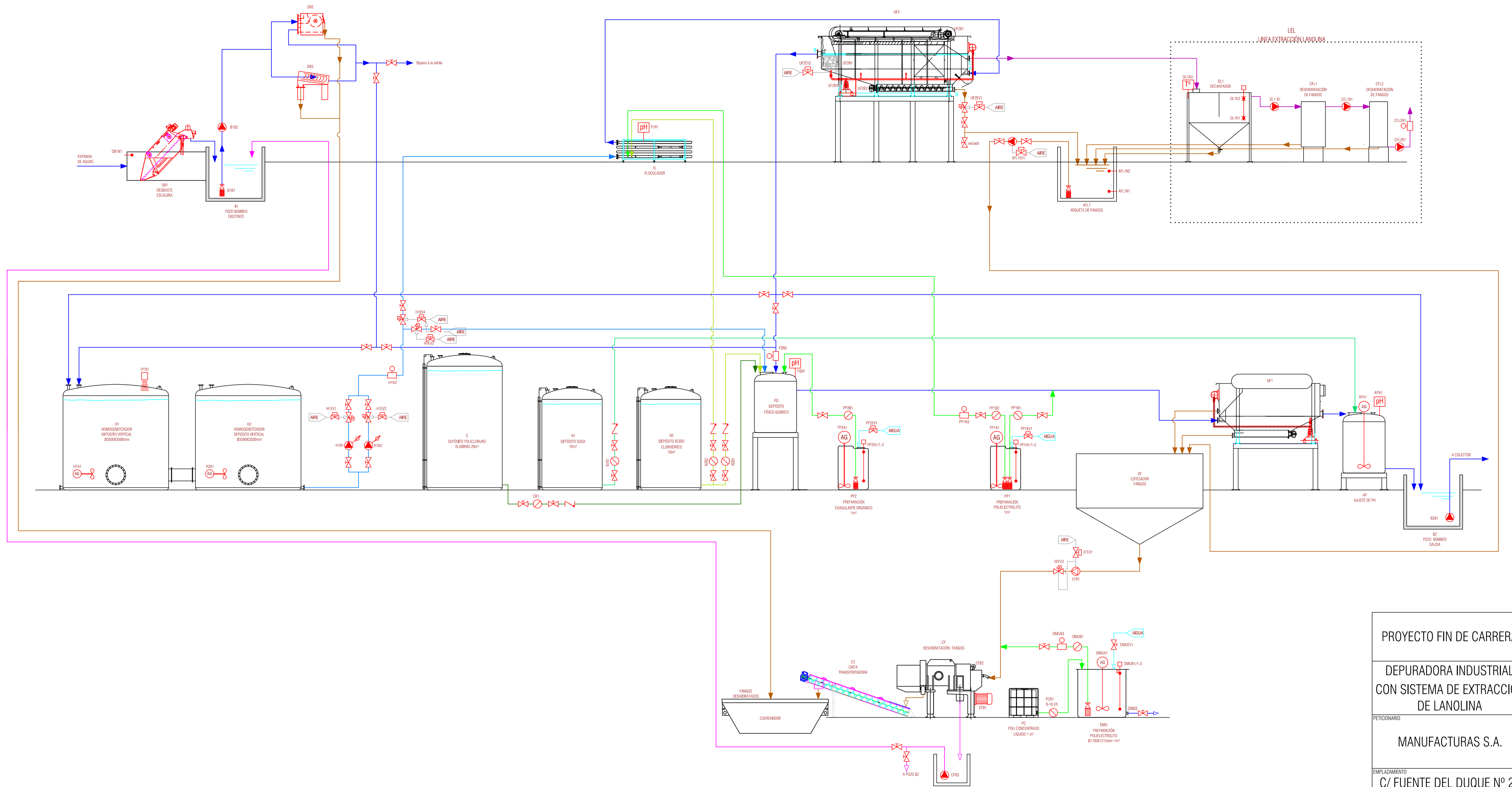
PLANO

DIAGRAMA DE FLUJO

NÚMERO DE PLANO	FECHA	06-07-2014
1	REFERENCIA	DF1
	FICHERO	PLANOS MANUFACTURAS
	DIBUJADO	ÁLVARO BARRIOS MÁRQUEZ
ESCALA - HOJA	-/- - A2	REVISADO
INGENIERO		

LEYENDA DE EQUIPOS		
VÁLVULAS	EQUIPOS DE PROCESO	EQUIPOS DE CONTROL

IDENTIFICACIÓN DE LINEAS	
	AGUA GENERAL
	POLICLORURO ALUMINIO
	SOSA
	ÁCIDO CLOHÍDRICO
	FANGOS
	PRODUCTOS QUÍMICOS
	AGUA CORRIENTE
	AIRE



IDENTIFICACIÓN DE LINEAS	
—	AGUA GENERAL
—	AGUA SALIDA DEL HOMOGENIZADOR
—	POLICLORURO ALUMINIO
—	SOSA
—	ÁCIDO CLOHÍDRICO
—	FANGOS
—	PRODUCTOS QUÍMICOS
—	AGUA CORRIENTE
—	AIRE
—	LANOLINA

LEYENDA DE EQUIPOS		
VÁLVULAS	EQUIPOS DE PROCESO	EQUIPOS DE CONTROL

LISTADO DE EQUIPOS			
REF.	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
DB1	Desbaste escalera	Existente	1
DB1N1	Desbaste escalera	Existente	1
B1	Desbaste escalera	Existente	1
B1B1	Bomba Entrada	Existente	1
B1B2	Bomba Entrada 2	Existente	1
DB2	Desbaste rotativo	Existente	1
DB3	Desbaste tornillo	Existente	1
H1/H2	Homogeneizador	Depósito vertical 3500x3500 mm 30 m3	2
H1N1	Nivel Radar	Vega vegapuls WL61 4...20mA 24VDC	1
H1A1/H2A1	Agitador	ABS XRW 1.84 Kw 400V 50Hz	1
H1B1/H1B2	Bomba Homogeneización	Lowara COM 350 0.9kw 380/230 50Hz 9.72m3/h	2
H1EV1...4	Electroválvula Aire	Electroválvula Aire 24V	4
H1N2	Caudalímetro	IFM SM9000 0.9-18m3/h 24VDC	1
FL	Floculador	PVC 2500X1000X1000 mm 10-15m3/h	1
FLN1	Nivel de pH	CRISON PH-27 230V 50Hz	1
UF2	Unidad de flotación 2	SIGMA FPAC PWL-25 5250X2400X2350mm 13.500Kg	1
UF2B1	Motor rasquetas	SINCRON 0.37 Kw 380/230V 50Hz	1
UF2B2	Motor extractor sedimentos	Tornillo sinfin 0.37Kw 380/230V 50Hz 0.5-2.7rpm	1
UF2B3	Motor bomba recirculación	Sterling AISI316 6m3/h 4.5Kw 15l/min aire a 6-7bar	1
UF2N1	Nivel presión	Presostato DANFOSS	1
UF2EV1...2	Electroválvula Aire	Electroválvula Aire 24V	2
FQ	Depósito físico-químico	Existente	1
FQN1	Nivel de pH	Existente	1
FQN2	Caudalímetro	Existente	1
UF1	Caudalímetro	Existente	1
AP	Ajuste de pH (neutralización)	Existente	1
APA1	Agitador	Existente	1

LISTADO DE EQUIPOS			
REF.	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
APN1	Nivel de pH	Existente	1
B2	Pozo de bombeo salida	Existente	1
B2B1	Bomba	Existente	1
C	Depósito Policloruro Aluminio	Existente	1
CB1	Bomba	Existente	1
N1	Depósito Sosa	Existente	1
N1B1	Bomba	Existente	1
N2	Depósito Ácido Clorhídrico	Existente	1
N2B1	Bomba	Existente	1
N2B2	Bomba	JESCO MEMDOS E-110 107l/h 5bar 0.25Kw 400V 50Hz	1
PP1	Preparación Polielectrolito	Existente	1
PP1B1	Bomba	Existente	1
PP1B2	Bomba	JESCO MEMDOS LB-110 111l/h 10bar 0.37Kw 400V 50Hz	1
PP1A1	Agitador	Existente	1
PP1N1/1...2	Sensor Nivel	Existente	2
PP1N3	Caudalímetro	IFM SM6000 0.005-1.5m3/h 24VDC	1
PP1EV1	Electroválvula Agua	Existente	1
PP2	Preparación Coagulante Orgánico	Existente	1
PP2B1	Bomba	Existente	1
PP2A1	Agitador	Existente	1
PP2N1/1...2	Sensor Nivel	Existente	2
PP2EV1	Electroválvula Agua	Existente	1
DMU	Preparación Polielectrolito	Existente	1
DMUB1	Bomba	Existente	1
DMUA1	Agitador	Existente	1
DMUN1...2	Sensor Nivel	Existente	2
DMUN3	Caudalímetro	Existente	1
DMUEV1	Electroválvula Agua	Existente	1

LISTADO DE EQUIPOS			
REF.	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
PC	Polielectrolito concentrado líquido	Existente	1
PCB1	Bomba	Existente	1
AFL1	Arqueta de fangos	Arqueta obra civil 1000x1000x1000 1m3	1
AFL1B1	Bomba	WILDEN XPX4 Neumática	1
AFL1N1...2	Nivel flotador	FILSA TMHYE 5m	2
AFL1EV1	Electroválvula Aire	Electroválvula 24V	1
EF	Espesador Fangos	Existente	1
EFB1	Bomba	Existente	1
EFEV1	Electroválvula Agua	Existente	1
EFEV2	Actuador Neumático	Existente	1
CF	Deshidratador Fangos	Existente	1
CFB1	Motor Principal	Existente	1
CFB2	Motor rasgador	Existente	2
CFB3	Bomba	Existente	1
CT	Cinta Transportadora	Existente	1

LISTADO DE EQUIPOS CONOCIDOS EN LEL (LINEA DE EXTRACCIÓN DE LANOLINA)			
REF.	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
DL1	Decantador	Vasca recogida lanolina 2000x1200x1300 mm	1
DL1B1	Bomba	Bomba lavado 1.1Kw 380/230V 50Hz	1
DL1N1...2	Nivel conductividad	Sonda conductiva 24VDC	2
DL1N3	Nivel Temperatura	Sonda Temperatura Pt-100 24VDC	1
CFL1	Centrifuga lanolina	Centrifuga Atlaslavai 11Kw 400V 50Hz	1
CFL1B1	Bomba	Bomba grasa 0.75Kw 380/230V 50Hz	1
CFL2	Centrifuga lanolina	Centrifuga Atlaslavai 5.5Kw 400V 50Hz	1
CFL2B1	Bomba	Bomba salida 0.37Kw 380/230V 50Hz	1
CFL2N1	Caudalímetro	IFM	1

PROYECTO FIN DE CARRERA

**DEPURADORA INDUSTRIAL
CON SISTEMA DE EXTRACCIÓN
DE LANOLINA**

PETICIONARIO
MANUFACTURAS S.A.

EMPLAZAMIENTO
C/ FUENTE DEL DUQUE Nº 23

MUNICIPIO BEJAR
PROVINCIA SALAMANCA 37700
SELLO

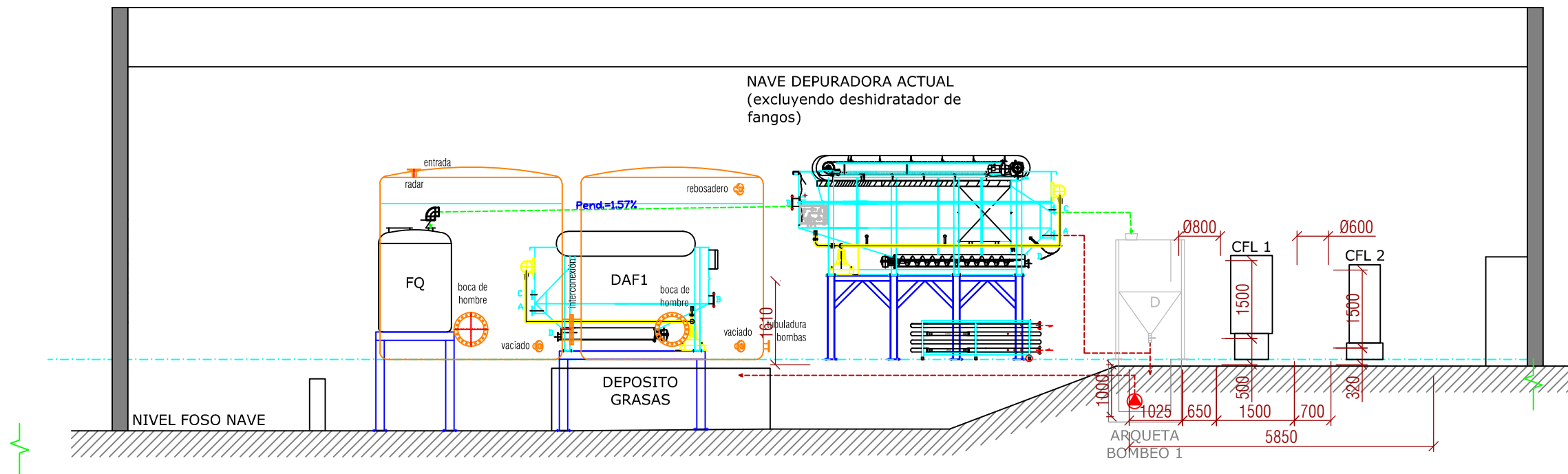
PLANO
DIAGRAMA DE FLUJO

NUMERO PLANO 2	FECHA 06-07-2014
REFERENCIA DF2	FICHERO PLANOS MANUFACTURAS
DIBUJADO ÁLVARO BARRIOS MARQUEZ	REVISADO

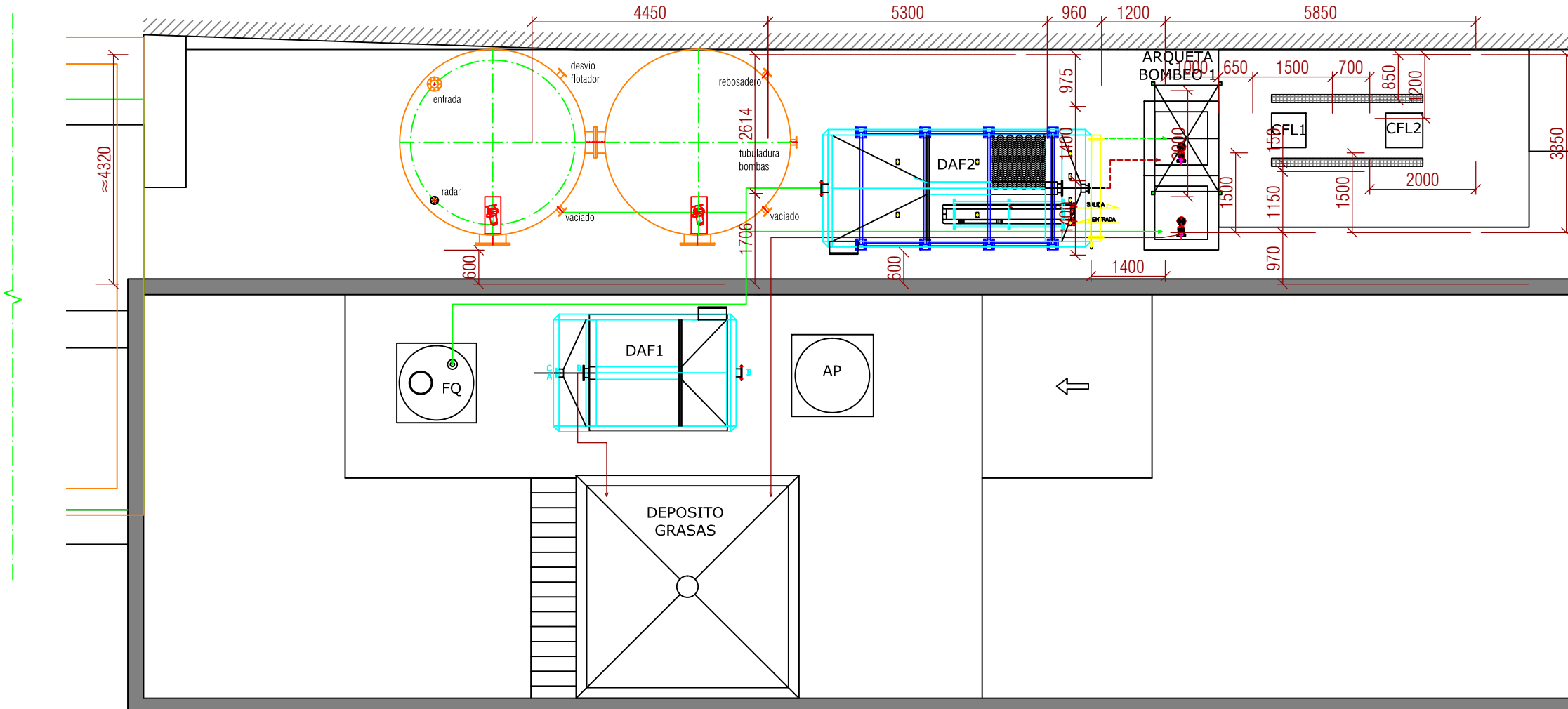
ESCALA - HOJA -/ - A1

INGENIERO

PERFIL (PARTE INTERIOR DE LA NAVE CON CONEXION CON EL EXTERIOR)



PLANTA



NOTA: COTAS EN MM.

PROYECTO FIN DE CARRERA

DEPURADORA INDUSTRIAL
CON SISTEMA DE EXTRACCIÓN
DE LANOLINA

PETICIONARIO

MANUFACTURAS S.A.

EMPLAZAMIENTO

C/ FUENTE DEL DUQUE Nº 23

MUNICIPIO BÉJAR

PROVINCIA SALAMANCA 37700

SELLO

PLANO

PERFIL Y PLANTA
DEPURADORA CON EXTRACCIÓN
DE LANOLINA (SIN CF/SF)

NÚMERO DE PLANO

3

FECHA 10-07-2014

REFERENCIA PERFIL Y PLANTA

FICHERO PLANOS MANUFACTURAS

DIBUJADO ÁLVARO BARRIOS MÁRQUEZ

ESCALA - HOJA 1/100 - A3

REVISADO

INGENIERO



FUENTES



FUENTES

Siemens TIA PORTAL V14.0; Manual de Programación

Agencia Europea del Medio Ambiente. Ministerio de Medio Ambiente - Dirección general de calidad y evaluación ambiental "Señales ambientales 2000" - Informe de la Agencia Europea del Medio Ambiente basado en indicadores.

J.L. Bueno y otros. "Contaminación E Ingeniería Ambiental. TOMO CONTAMINACIÓN DEL AGUA". Editorial FYDSA. 2a Edición 1997. Madrid.

Degremont, "Manual técnico del agua", Editorial Grijelmo, 1.999

II. La industria textil y su control de calidad
Escrito por Fidel Eduardo Lockuán Lavado

ESTACION DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES" José Antonio Cerezo Castro (DEC/UPC)

J.L. Bueno, H. Sastre, A.G. Lavin. "Contaminación e ingeniería ambiental: contaminación de las aguas". Ficyt, 1997

Lary W. Canter. "Manual de evaluación de impacto ambiental". Editorial Mc Graw Hill, USA, 1997.

Aurelio Hernández Muñoz. "Depuración De Aguas Residuales". Editorial Paraninfo. 4a edición, 1998. Madrid

Robertt A. Corbitt. "Manual de referencia de la ingeniería ambiental". Editorial Mc Graw Hill, 2003

Aurelio Hernández Muñoz, Aurelio Hernández Lehmann y Pedro Galán Martínez. "Manual De Depuración Uralita". Editorial Paraninfo. 1a Edición 1995. Madrid

Degremont, "Manual técnico del agua", Editorial Grijelmo, 1.999

Jose Maria Martí Deulofeu. "Tratamientos de aguas". Stenco, 2a edición. 2003
Metcalf & Eddy, "Ingeniería de aguas residuales" 3o Edición, Editorial McGraw-Hill, Aravaca (Madrid) 1.995

José Catalán Lafuente. "Depuradoras, bases científicas". Editorial Bellisco, Madrid, 1997.

"Directiva 91/721/CEE" sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

Xavier Doménech. "Química ambiental. El impacto ambiental de los residuos". Editorial Miraguano. 3a edición. Madrid. 1997.

Metcalf-Edy. "Ingeniería sanitaria, tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales". Editor Centeneri (Colombo), Colombia. 1994.



R.S. Ramalho. —Tratamiento de aguas residuales. Editorial Reverté, S.A.. Segunda edición. 2003

Mariano Seoáñez Calvo, “Depuración de las aguas residuales por tecnologías ecológicas y de bajo costo”. Publicat per Mundi-Prensa Libros, 2005 .

Fair-Okun. “Abastecimiento de aguas y remoción de aguas residuales”. Editorial Limusa, S.A. México. 1994.

Manufactura Industrial de Poliéster S.A.

“Abastecimiento de aguas. Coagulación y floculación”. Universidad politécnica de Cartagena. Francisco Javier Pérez de la Cruz, Mario Andrés Urrea Mallebrera.

“Tratamiento de agua. Coagulación Floculación”. Sedapal evaluación de plantas y desarrollo tecnológico. Ing Yolanda Andía Cárdenas

“Mecánica de los Fluidos. Bombas centrífugas”. Instituto Universitario de Tecnología. Dr. Federico Rivero Palacio. 2008

“Válvulas solenoides”. Manuel Góngora. 2013.

<http://www.municat.gencat.cat>

<http://www.comaresm.es>

http://es.wikibooks.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales

<http://aca.web.gencat.cat>

<http://civil.udg.es/normacivillestatal/reals/LAguas.htm>

<http://www.totagua.es>

<http://www.currenta.es>

<http://www.miliarium.com>

<http://upcommons.upc.edu/>

<http://aca.web.gencat.cat>

<http://www.alfalaval.com/products>

<http://sensoresdenivel.blogspot.com.es>

<http://www.vega.com>

<http://www.iberfluid.com>

<http://www.investigación.frc.utn.edu.ar/sensores/caudal/>



<http://www.g-flow.com>

<http://www.filsa.es>

<http://www.crisoninstruments.com>

<http://www.xylemwatersolutions.com>



Proyecto realizado en la empresa Manufacturas S.A. , situada en Béjar (Salamanca)



VNiVERSiDAD
D SALAMANCA