



EPS

Escola Politècnica
Superior

Treball final de grau

Estudi: Grau en enginyeria mecànica (GEM)

Títol: Disseny d'una planta de tractament d'aigües per a una indústria de tractaments superficials per mètodes electrolítics

Document: Memòria

Alumne: Ernest Ayala Pastor

Director/Tutor: Núria Fiol Santaló

Departament: Enginyeria Química, Agrària i Tec. Agroalimentària

Àrea: Coneixement d'Enginyeria Química

Convocatòria (mes/any): Setembre / 2013

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	6
1.1. Antecedents	6
1.1.1. Peticionari	6
1.1.2. Necessitat del peticionari	7
1.2. Objecte del projecte	7
1.3. Especificacions i abast	8
1.3.1. Especificacions de la petició	8
1.3.2. Abast del projecte	9
2. DESCRIPCIÓ GENERAL DEL PROJECTE	10
3. DESCRIPCIÓ PROCÉS TRACTAMENT	10
4.1. Homogeneïtzació i bombeig	10
4.2. Tractaments químics	11
4.3. Sedimentació	13
4.4. Tractament de fangs	14
4. ESTRUCTURA	15
5. OBRA CIVIL	15
6. RESUM DEL PROSUPPOST	16

7. CONCLUSIONS	16
8. RELACIÓ DE DOCUMENTS	16
9. BIBLIOGRAFIA	17
ANNEX A. CÀLCULS	19
A.1. Obra civil	20
A.1.1. Pou de bombeig	22
A.1.1.1. Disposició pou de bombeig	22
A.1.1.2. Parets pou de bombeig	25
A.1.2. Sabates	26
A.2. Estructura	27
A.2.1. Pilars	28
A.2.2. Jàsseres	31
A.2.3. Travesseres	33
A.2.4. Escala	34
A.2.5. Engraellat	36
A.3. Dipòsits tractament químic	37
A.4. Reaccions químiques	38
A.4.1. Reducció pH	38
A.4.2. Reducció Cr	39
A.4.3. Augment pH	40
A.4.4. Coagulació	41
A.4.5. Floculació	42

A.5. Sedimentador	43
A.6. Càlculs hidràulics	46
A.6.1. Canonades	46
A.6.2. Bomba pou bombeig	48
A.6.3. Bomba de fangs	56
A.6.4. Bomba de calç	59
A.6.5. Agitadors	62
A.6.5.1. Ràpids	63
A.6.5.2. Lents	64
A.6.6. Bombes dosificadores	65
A.7. Filtre premsa	66
ANNEX B. INFORMACIÓ TÈCNICA	68
B.1. Dipòsits de reactius	69
B.2. Sensors de pH i Redox	71
B.3. Bombes dosificadores	72
B.4. Agitadors	73
B.5. Bomba pou bombeig	74
B.6. Bomba de fangs	75
B.7. Bomba de calç	76
B.8. Sedimentador	77
B.9. Àcid sulfúric (H_2SO_4) amb una riquesa del 70%	82
B.10. Bisulfit sòdic ($NaHSO_3$) amb una riquesa del 35%	83
B.11. Hidròxid de sodi ($NaOH$) amb una riquesa del 30%	84
B.12. Sulfat d'alúmina ($Al_2(SO_4)_3$) amb una riquesa del 7%	85

B.13. Policlorur d'alumini (PAX-18) amb una riquesa del 18%	86
B.14. SIKA FerroGard 901	87
B.15. Filtre premsa	89
ANNEX C. MANUAL D'USUARI I MANTENIMENT	91
C.1. Descripció	92
C.2. Activitats i operacions de manteniment	92
C.2.1. Pou de bombeig	92
C.2.2. Obra civil	92
C.2.3. Estructura	93
C.2.4. Tractament	93
C.2.5. Sedimentació	93
C.2.6. Tractament de fangs	94
C.2.7. Equips de bombeig.....	95
C.2.8. Equips de control.....	95
C.2.9. Neteja dipòsits i sedimentador	95
ANNEX D. ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT	97
D.1. Àcid sulfúric (H_2SO_4)	98
D.2. Bisulfit sòdic ($NaHSO_3$)	99
D.3. hidròxid de sodi (NaOH)	101
D.4. Sulfat d'alúmina ($Al_2(SO_4)_3$)	102
D.5. Policlorur d'alumini (PAX-18)	103

ANNEX E. PROVES QUÍMIQUES	105
E.1. Jar-Test	106
E.2. Proves de filtració	108

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Antecedents

La indústria dedicada als recobriments metàl·lics per mitjà de l'electròlisi genera unes aigües residuals amb un alt contingut en metalls pesants tals com coure, níquel, crom, zinc. El tipus de metalls present a les aigües depèn del tipus de recobriment que es realitzi i de procés utilitzat. Aquest procés pot dividir-se en tres parts:

- Preparació del material: les peces que han de ser tractades se'ls aplica una sèrie de pretractaments mecànics per eliminar impureses i irregularitats de la superfície del material. Aquest procés no genera aigües contaminades amb ions metàl·lics.
- Electròlisi: les peces (càtode) s'introdueixen en tancs plens d'electròlit i són recobertes per ions del metall que fa la funció d'ànode mitjançant un corrent elèctric.
- Neteja: un cop finalitzat el procés de recobriment, les peces són netejades en un/s tanc/s per retirar la pel·lícula superficial d'electròlit que encara contenen i així evitar interferir en la resta de processos posteriors.

Són les aigües d'aquest últim procés les que cal tractar, ja que la seva vida útil és molt curta i el seu abocament directe a la llera pública està prohibit per llei degut al tipus i concentració de contaminants que conté.

1.1.1. Peticionari

El peticionari d'aquest projecte pot ser tota aquella empresa dedicada als recobriments electrolítics que no disposi de tractament de les seves aigües residuals procedents de la neteja i que, a més a més, els cabals de d'aigua, concentracions i

classe de contaminants coincideixin amb les dades utilitzades per al disseny de la planta depuradora.

1.1.2. Necessitat del peticionari

Les necessitats del peticionari són les de reduir o eliminar els contaminants dissolts en l'aigua residual procedent de la neteja de les peces tractades, per tal de poder ser abocades a la xarxa de clavegueram complint els paràmetres d'abocament que marquen els reglaments d'abocament d'aigües residuals a Catalunya, com ara el de la Diputació de Barcelona.

1.2. Objecte del projecte

L'objecte del projecte és dissenyar una planta de tractament d'aigües residuals adequada al tractament de 5 m³/h d'aigua residual generada en el procés de neteja de peces d'una indústria de recobriment de superfícies. L'aigua conté Cu, Ni, Zn, Cr, clorurs, sulfats i fosfats en concentracions superiors a la normativa d'abocament. Per aquest motiu cal tractar-la fins a complir la normativa d'abocament legal vigent a Catalunya, i amb la premissa d'utilitzar les tecnologies i processos més eficients i econòmics.

Les concentracions d'elements contaminats procedents del rentat de les peces es mostra a la taula 1.

Paràmetre	Unitats	Aigua residual
Cabal	m ³ /h	5
pH		2.5 – 3.5
Residu sec	mg/L	500 – 700
Clorurs	mg/L	100 – 250

Sulfats	mg/L	250 – 350
Fosfats	mg/L	0.25 – 10
Níquel (Ni)	mg/L	5 – 30
Coure (Cu)	mg/L	3 -30
Zinc (Zn)	mg/L	30 – 100
Crom Hex. (Cr(VI))	mg/L	5 – 50
Crom total (Cr)	mg/L	10 – 50

Taula 1. Principals contaminants i rang de concentració de les aigües residuals a tractar.

1.3. Especificacions i abast

1.3.1. Especificacions de la petició

El peticionari necessita poder abocar les aigües residuals del procés de neteja, esmentats a l'apartat "1.1. Antecedents", al clavegueram, sense incomplir cap normativa mediambiental. Per aquest motiu cal tractar les aigües residuals fins als nivells màxims de contaminants de l'aigua de sortida de la planta exigits pel reglament i exposats a la taula 2.

No hi ha cap tipus de restricció d'espai ni de pressupost.

Es demana instal·lar un equip de tractament de fangs donat que el peticionari no disposa actualment de cap sistema d'assecatge dels residus sòlids procedents de la sedimentació.

Paràmetre	Unitats	Límit abocament xarxa de clavegueram
Cabal	m ³ /h	-

pH		6 - 10
Residu sec	mg/L	1700 - 1900
Clorurs	mg/L	2500
Sulfats	mg/L	1000
Fosfats	mg/L	50
Níquel (Ni)	mg/L	5
Coure (Cu)	mg/L	3
Zinc (Zn)	mg/L	10
Crom Hex. (Cr(VI))	mg/L	0.5
Crom total (Cr)	mg/L	3

Taula 2. Límits abocament dels contaminants a la xarxa de clavegueram.

Font: <http://www.amb.cat>

1.3.2. Abast del projecte

L'abast del projecte és dissenyar el tractament amb les etapes de depuració necessàries per eliminar, en la mesura que marca la llei, els contaminants esmentats en el punt "1.2. Objecte del projecte". Posteriorment es dissenyaran els equips necessaris per al correcte funcionament de la planta tals com canonades, bombes, grups de pressió, tancs o pous (obra civil). El projecte no inclourà el disseny del sistema elèctric i de control, el circuit neumàtic i tampoc la implantació final de la depuradora.

2. DESCRIPCIÓ GENERAL DEL PROJECTE

La proposta realitzada ha estat la d'un tractament d'aigües per mitjà d'un procés de precipitació química. Aquest va precedir per un tractament químic de reducció per transformar el crom hexavalent, no precipitable, en crom trivalent precipitable i, alhora, condicionar les aigües per afavorir la reacció amb un agent coagulant i floculant que facilitin la sedimentació.

Un cop finalitzat el procés de sedimentació, les aigües abandonen la planta amb una reducció de la concentració de contaminants. La concentració inicial de contaminants en l'aigua a tractar es mostren a la taula 1. El tractament i consum de reactius s'ha dissenyat en base als valor màxims de concentració de contaminants que es poden trobar a l'aigua residual per tal d'assegurar la seva l'eliminació. En cas que l'aigua contingui concentracions més altes d'algun contaminant, caldrà ajustar les dosis de reactius.

El metalls sedimentats al fons del sedimentador, anomenats fangs, són tractats per mitjà d'un filtre premsa per reduir el seu contingut en aigua per, posteriorment, ser gestionats com a residus sòlids industrials.

3. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS DE TRACTAMENT

3.1. Homogeneïtzació i bombeig

Les aigües generades en el procés de recobriment de peces són abocades al pou de bombeig. Aquest té un volum de treball de 8.8 m³ i un volum màxim de 18 m³. El pou disposa d'una cambra tranquil·litzadora per eliminar les turbulències causades pel flux d'aigua i evitar la possible aspiració d'aire per part de la bomba. Per altra banda, el pou actua com a homogeneïtzador, barrejant les aigües i estabilitzant els components de l'aigua a tractar.

Al pou de bombeig també s'hi aboquen les aigües residuals procedents d'altres parts de la depuradora, tals com el filtre premsa, el buidat dels dipòsits on es realitza el tractament i l'aigua del sedimentador quan aquest ha de buidar-se per al seu manteniment.

Des del pou de bombeig, l'aigua es bombeja cap a l'inici del procés de tractament mitjançant una bomba de superfície, construïda en polipropilè ja que, degut a la alta acidesa de l'aigua a tractar, es necessari utilitzar una bomba resistent a aquesta acidesa. El cabal màxim que pot proporcionar la bomba en funcionament és de 13 m³/h. Per al control d'aquest cabal s'ha instal·lat una vàlvula de papallona juntament amb un cabalímetre tipus rotàmetre de flux vertical.

3.2. Tractaments químics

Abans de poder introduir l'aigua a tractar al sedimentador, cal pre-tractar-la per aconseguir unes condicions concretes per assegurar que el procés de sedimentació serà òptim: reducció del Cr(VI) a Cr(III), coagulació, floculació i control de pH segons el tipus de procés químic: àcid en el procés de reducció i bàsic en el de precipitació.

El procés de tractament químic es realitza en quatre dipòsits diferents d'un volum de 2.5 m³ cadascun. El volum ve determinat pel temps de reacció de les reaccions químiques que han de succeir a cada dipòsit. El pas d'aigua entre dipòsits i el propi sedimentador es realitza mitjançant el principi de vasos comunicants.

En cada dipòsit es realitzen diverses accions:

Dipòsit 1: Control de pH a 2.5 amb l'addició d'àcid sulfúric (H₂SO₄).

Dipòsit 2: Reducció del crom hexavalent a crom trivalent amb l'addició de bisulfit sòdic (NaHSO₃).

Dipòsit 3: Control de pH a 8.5 amb sosa càustica (NaOH) i coagulació mitjançant l'addició de sulfat d'alúmina (Al₂(SO₄)₃).

Dipòsit 4: Floculació mitjançant l'addició de polielectròlit.

Tot i que el temps de reacció dels diferents processos químics és diferent, s'utilitzen dipòsits del mateix volum per reduir costos de fabricació i alhora, facilitar el muntatge i manteniment dels equips.

Les dosis de productes químics són regulades per mitjà de sensors de pH, sensors de reducció en el control del pH i en la reducció del crom(VI) i, en els processos de coagulació i floculació, la dosificació es realitza per mitjà de bombes dosificadores electromagnètiques (Fig. 1) prèviament seleccionades segons el rang de cabals que poden subministrar.

Els reactius químics són emmagatzemats en dipòsits de polietilè amb una capacitat de 1050 L.

La barreja dels productes químics amb l'aigua va a càrrec d'uns agitadors amb hèlices de 200 mm de diàmetre i una velocitat de gir de 1500 rpm per a l'agitació ràpida i, per a la floculació, s'utilitza un agitador de 200 mm de diàmetre i una velocitat de 150 rpm. Tots els agitadors són subministrats per la casa PRINZE, veure Fig. 2.

Els agitadors utilitzats en els dipòsits 1,2 i 3, són recoberts amb polietilè per evitar la corrosió ja que, en aquestes etapes del tractament, l'acidesa de l'aigua és elevada.

Els dipòsits on es realitza el tractament anterior al procés de sedimentació disposen d'una canonada que, en cas de necessitat, permetria buidar-los tot abocant el seu contingut al pou de bombeig.



Figura 1. Bomba dosificadora electromagnètica

Font: /www.bombaprinze.com/

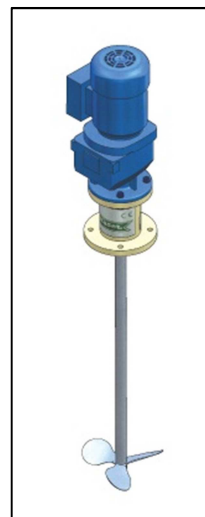


Figura 2. Agitador vertical d'hèlix

Font: /www.bombaprinze.com/

3.3. Sedimentació

Per al procés de precipitació-sedimentació s'utilitza un sedimentador lamel·lar de flux vertical amb cambra de fangs. L'aigua procedent de l'últim procés del tractament químic entra al sedimentador. Aquesta descendeix fins al fons del sedimentador. L'aigua ascendeix travessant una làmina de sediments i les partícules sedimenten les lamel·les. L'aigua lliure de partícules abandona el sedimentador per la part superior d'aquest.

En cas de necessitat, es disposa d'una canonada específica per al buidat total del sedimentador que desemboca al pou de bombeig.

El sedimentador consta d'una superfície de sedimentació de 21 m². És proporcionat per l'empresa NORDIC WATER PRODUCTS veure Fig. 3.



Figura 3. Sedimentador lamel·lar flux vertical

Font: /www.nordicwater.com/

3.4. Tractament de fangs

Periòdicament han de retirar-se part dels fangs acumulats al sedimentador. Aquest són alliberats en obrir una vàlvula pneumàtica temporitzada. El control del cabal es realitza mitjançant una vàlvula de papallona. Aquest tipus de vàlvules permeten un control del cabal molt precís i, a més a més, impedeix el bloqueig de la vàlvula per efecte de l'acumulació de sòlids al seu interior. Els sediments abandonen el sedimentador per la pressió de la columna d'aigua que tenen al damunt, sense la necessitat de cap equip de bombeig. Aquests són abocats a un dipòsit de 2.5 m³ per al seu emmagatzematge i per a la barreja amb òxid de calç per tal d'augmentar la permeabilitat i facilitar l'eliminació de l'aigua per mitjà d'un filtre premsa, veure Fig. 4.

La mescla d'aigua i òxid de calç al 5% es troba en constant agitació emmagatzemat en un dipòsit d' 1 m³ i s'addiciona al dipòsit de fangs per mitjà d'una bomba pneumàtica.

Es bombeja la mescla de fangs i calç al filtre premsa a una pressió màxima de 6 bar per mitjà d'una bomba pneumàtica. L'aigua residual del filtre premsa és enviada al pou de bombeig. El tortó de fangs cau per gravetat a un contenidor per a la seva posterior gestió.

El filtre premsa escollit consta de 16 plaques de 630 x 630 d'obertura, tancament i neteja manual. L'equip seleccionat podria contenir fins a les 25 plaques, si fos necessari. El fabricant es l'empresa Clever Filtración.

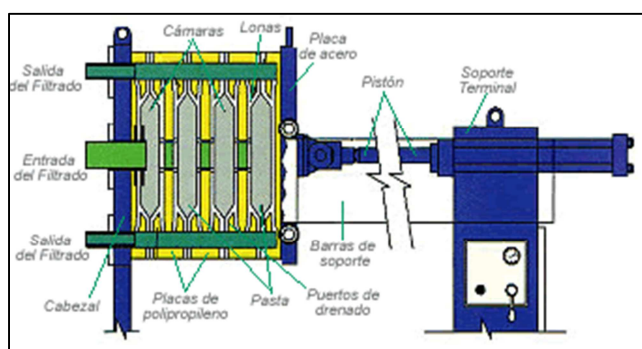


Figura 4. Filtre premsa

Font: <http://www.quiminet.com>

4. ESTRUCTURA

Degut a que s'utilitza un sedimentador de flux vertical, es fa imprescindible utilitzar una estructura. Aquesta té la finalitat d'eleva els dipòsits de tractament per tal de poder mantenir un flux d'aigua entre dipòsits i el propi sedimentador per mitjà del principi de vasos comunicants. Per altra banda, també cal elevar el filtre premsa per poder recollir els tortons en un contenidor. Per aquests motius s'ha dissenyat l'estructura intentant minimitzar l'espai a ocupar però mantenint una zona suficientment ampla com per poder treballar-hi al damunt amb suficient comoditat.

L'estructura elevada consta d'una superfície de 41 m² i està construïda en acer per mitjà de bigues HEB 100, 140 i 160 soldades. El terra està compost per plaques d'engraellat de gruix 2 mm, alçada de 40 mm i malla de 30 x 30 mm.

L'estructura disposa d'una escala lateral per poder accedir a la part superior, ubicada a 2.37 m d'alçada. El perímetre de l'estructura està protegit amb una barana.

L'acer utilitzat per l'estructura és el S275JR, i l'engraellat està construït amb acer inoxidable.

5. OBRA CIVIL

L'obra civil la constitueix el pou de bombeig i el terra sobre el qual descansa l'estructura, el sedimentador i els equips auxiliars. Disposava de les sabates i les plaques de subjecció de l'estructura. La obra civil està construïda amb formigó armat, de gruix 400 mm al pou de bombeig i de 300 mm a la resta. L'armadura està constituïda per barres d'acer corrugat de diàmetre 20 mm separades entre si per 200 mm, fabricades en acer B500S. Les sabates tenen unes dimensions de 800 x 800 x 600 mm. El formigó de neteja tindrà un gruix de 10 cm.

El formigó utilitzat és el HA/25/B/20/aII. Per al pou de bombeig, el formigó ha de tractar-se amb additius. Aquest és el SIKA FerroGard 901 per tal d'aconseguir un formigó de la classe Qc per tal de poder resistir atacs químics i aigües amb una acidesa inferior a 4.5 unitats de pH.

6. RESUM DEL PROSUPPOST

El cost total del projecte és de 135 513,61 €, reflectit al document de pressupost.

7. CONCLUSIONS

S'ha dissenyat els equips necessaris per al tractament de les aigües residuals procedents del procés de neteja de les peces recobertes per mitjà de l'electròlisi amb metalls com el Zn, Cu, Cr i Ni amb un cabal a tractar de 5 m³/h d'aigua residual. L'addició de reactius assegura l'eliminació de contaminants fins als límits d'abocament a la xarxa de clavegueram que marca la legislació Catalana.

Cal tenir en compte que en la posta a punt de la instal·lació caldrà optimitzar els cabals dels reactius per tal d'adequar-los a les concentracions reals dels contaminants presents en l'aigua residual del procés.

8. RELACIÓ DE DOCUMENTS

En aquest projecte s'inclouen els documents següents:

- Memòria i annexos
- Plànols
- Plec de condicions
- Estat d'amidaments
- Pressupost

9. BIBLIOGRAFIA

- Clever filtración. Catàleg de productes. Gualba de Baix. 2005.
- CORAPLAX. VALVES & FITTINGS. Granollers. 2007.
- DEGREMONT., Manual técnico del agua. GRAFO S.A.. Bilbao. 1979.
- Delta. Entramados metálicos. Catálogo productos 2011. El Prat de Llobregat. 2011.
- De la Cruz P.FJ., Mallebrera U. MA. Abastecimiento de Aguas. Universidad Politécnica de Cartagena. (http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6019/mod_resource/content/1/Tema_06_COAGULACION_Y_FLOCULACION.pdf, 23 de Maig de 2013)
- EPA. PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA. Volumen I Guía de criterios y conceptos básicos. Lima. 2000.
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Prontuario de perfiles de acero. (<http://www.cvr.etsia.upm.es/web%202005/Construccion%20I/Prontuario%reducido.pdf>, 15 Abril de 2013)
- Hernández M.A., Depuración de aguas residuales. Colección Senior. Madrid. 1992.
- Junta de Andalucía. Tratamientos fisico-químicos. (http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/40-542_TECNICAS_DE_PREVENCION_DE_LA_GENERACION_DE_SUELOS_CONTAMINADOS_TOMO_I/40-542/9_TRATAMIENTOS_FISICOS-QUIMICOS.PDF, 23 de Maig de 2013)
- Lora F., Miro. J., Técnicas de defensa del medio ambiente. Editorial Labor S.A.. Barcelona. 1978.
- McCabe. L.W., Smith. C.S., Harriott. P., Operaciones unitarias en ingeniería química. McGrawHill. Mexic. 2001.

- Metcalf & eddy, INC., Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales. Labor S.A.. Barcelona. 1985.
- Ministerio de Fomento. Código técnico de la edificación (CTE). Madrid. 2011.
- Ministerio de Fomento. Instrucción de hormigón estructural (EHE-08). Madrid. 2011.
- Moradi Behshad. World pumps 2010. Taking a closer look at the S factor. (<http://csmres.co.uk/cs.public.upd/article-downloads/Taking-a-closer-look-at-the-S-factor.pdf>, 5 de Juny de 2013).
- Nordic Water. Lamella Separators product list. Västra Frölunda, Sweden. 2008.
- PRINZE. Catálogo general 2010-2011. Madrid. 2010.

ANNEX A. CÀLCULS

A.1. Obra civil

El formigó utilitzat depèn del servei que hagi de donar i de la zona on actuarà. Per aquest motiu seguirem les recomanacions exposades al CTE expressades a la taula 3,4 i 5.

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
no agresiva		I	ninguno	-interiores de edificios, no sometidos a condensaciones -elementos de hormigón en masa	-interiores de edificios, protegidos de la intemperie
normal	humedad alta	IIa	corrosión de origen diferente de los cloruros	-interiores sometidos a humedades relativas medias altas (>65%) o a condensaciones -exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm -elementos enterrados o sumergidos.	-sótanos no ventilados -cimentaciones -tableros y pilas de puentes en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm -elementos de hormigón en cubiertas de edificios
	humedad media	IIb	corrosión de origen diferente de los cloruros	-exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm	-construcciones exteriores protegidas de la lluvia -tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm
marina	aérea	IIIa	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar -elemento exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)	-edificaciones en las proximidades de la costa -puentes en las proximidades de la costa -zonas aéreas de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral -instalaciones portuarias
	sumergida	IIIb	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar	-zonas sumergidas de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral -cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar
	en zona de mareas	IIIc	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas	-zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral -zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea
Con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	corrosión por cloruros	-instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino -superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas	-piscinas -pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve -estaciones de tratamiento de agua

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
no agresiva		I	ninguno	-interiores de edificios, no sometidos a condensaciones -elementos de hormigón en masa	-interiores de edificios, protegidos de la intemperie
normal	humedad alta	IIa	corrosión de origen diferente de los cloruros	-interiores sometidos a humedades relativas medias altas (>65%) o a condensaciones -exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm -elementos enterrados o sumergidos.	-sótanos no ventilados -cimentaciones -tableros y pilas de puentes en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm -elementos de hormigón en cubiertas de edificios
	humedad media	IIb	corrosión de origen diferente de los cloruros	-exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm	-construcciones exteriores protegidas de la lluvia -tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm
marina	aérea	IIIa	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar -elemento exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)	-edificaciones en las proximidades de la costa -puentes en las proximidades de la costa -zonas aéreas de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral -instalaciones portuarias
	sumergida	IIIb	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar	-zonas sumergidas de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral -cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar
	en zona de mareas	IIIc	corrosión por cloruros	-elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas	-zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral -zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea
Con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	corrosión por cloruros	-instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino -superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas	-piscinas -pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve -estaciones de tratamiento de agua

Taula 3. Tipus de formigó en funció del tipus de corrosió

Font: www.construmatica.com/construpedia/

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
Química agresiva	débil	Ca	ataque químico	-elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad lenta (ver Tabla 8.2.3.b)	-instalaciones industriales, con sustancias débilmente agresivas según tabla 8.2.3.b. -construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad débil según tabla 8.2.3.b.
	media	Cb	ataque químico	-elementos en contacto con agua de mar -elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad media (ver Tabla 8.2.3.b)	-dolos, bloques y otros elementos para diques -estructuras marinas, en general -instalaciones industriales con sustancias de agresividad media según tabla 8.2.3.b. -construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad media según tabla 8.2.3b -instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales con sustancias de agresividad media según tabla 8.2.3.b.
	fuerte	Cc	ataque químico	-elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad rápida (ver Tabla 8.2.3.b)	-instalaciones industriales, con sustancias de agresividad alta de acuerdo con tabla 8.2.3.b -instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales, con sustancias de agresividad alta de acuerdo con tabla 8.2.3.b.
Con heladas	sin sales fundentes	H	ataque hielo-deshielo	-elementos situados en contacto frecuente con agua, o zonas con humedad relativa media ambiental en invierno superior al 75%, y que tengan una probabilidad anual superior al 50% de alcanzar al menos una vez temperaturas por debajo de -5°C	-construcciones en zonas de alta montaña -estaciones invernales
	con sales fundentes	F	ataque por sales fundentes	-elementos destinados al tráfico de vehículos o peatones en zonas con más de 5 nevadas anuales o con valor medio de la temperatura mínima en los meses de invierno inferior a 0°C	-tableros de puentes o pesarelas en zonas de alta montaña
erosión		E	Abrasión Cavitación	-elementos sometidos a desgaste superficial -elementos de estructuras hidráulicas en los que la cota piezométrica pueda descender por debajo de la presión de vapor del agua	-pilas de puente en cauces muy torrenciales -elementos de diques, pantanos y otras obras de defensa litoral que se encuentren sometidos a fuertes oleajes -pavimentos de hormigón -tuberías de alta presión

Taula 4. Classes específiques formigó segons la exposició a processos de deteriorament diferents a la corrosió

Font: www.construmatica.com/construpedia/

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARAMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		Ca	Cb	Cc
		ATAQUE DÉBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
AGUA	VALOR DEL pH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO2 AGRESIVO (mg CO2/l)	15 - 40	40 - 100	> 100
	IÓN AMONIO (mg NH4+ / l)	15 - 30	30 - 60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg2+ / l)	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
	IÓN SULFATO (mg SO42- / l)	200 - 600	600 - 3000	> 3000
	RESIDUO SECO (mg / l)	>150	50-150	<50
SUELO	GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY	> 20	(*)	(*)
	IÓN SULFATO (mg SO42- / kg de suelo seco)	2000 - 3000	3000-12000	> 12000

Taula 5. Classificació de la agressivitat química.

Font: www.construmatica.com/construpedia/

El formigó utilitzat és:

- Pou de bombeig: HA/25/B/20/aII/Qc
- Superfície estructura: HA/25/B/20/aII

A.1.1. Pou de bombeig

A.1.1.1. Disposició pou de bombeig

Per aconseguir un òptim funcionament de la bomba del pou de bombeig, cal assegurar que el flux d'aigua que arriba a l'aspiració es trobi lliure de bombolles i fluxos turbulents que podrien causar problemes de cavitació, desencebat i desgast prematur de la bomba. Per altre banda, cal assegurar un nivell d'aigua dins el pou suficient com per no haver d'aturar la planta per falta d'aigua.

- Dimensions

El cabal d'entrada és de 5 m³/h. Donat que el cabal no és constant, cal assegurar que sempre hi haurà un nivell suficient d'aigua per poder treballar en continu. Per aquest motiu el volum de treball ha de ser superior a 5 m³ per, d'aquesta forma, sempre tenir un nivell d'aigua i evitar parades de bomba innecessàries.

El pou de bombeig té unes dimensions interiors de 3x3x3 m, amb un volum màxim de 27 m³. Tot i això el volum màxim utilitzable és menor ja que la canonada d'entrada es troba per sota del nivell del terra. Veure figura 5.

- Volum mínim: nivell mínim d'aigua acceptable abans de la parada obligatòria de bomba.
- Volum de treball: interval de nivell d'aigua en condicions normals de treball.
- Volum màxim: nivell màxim d'aigua permès pel pou.

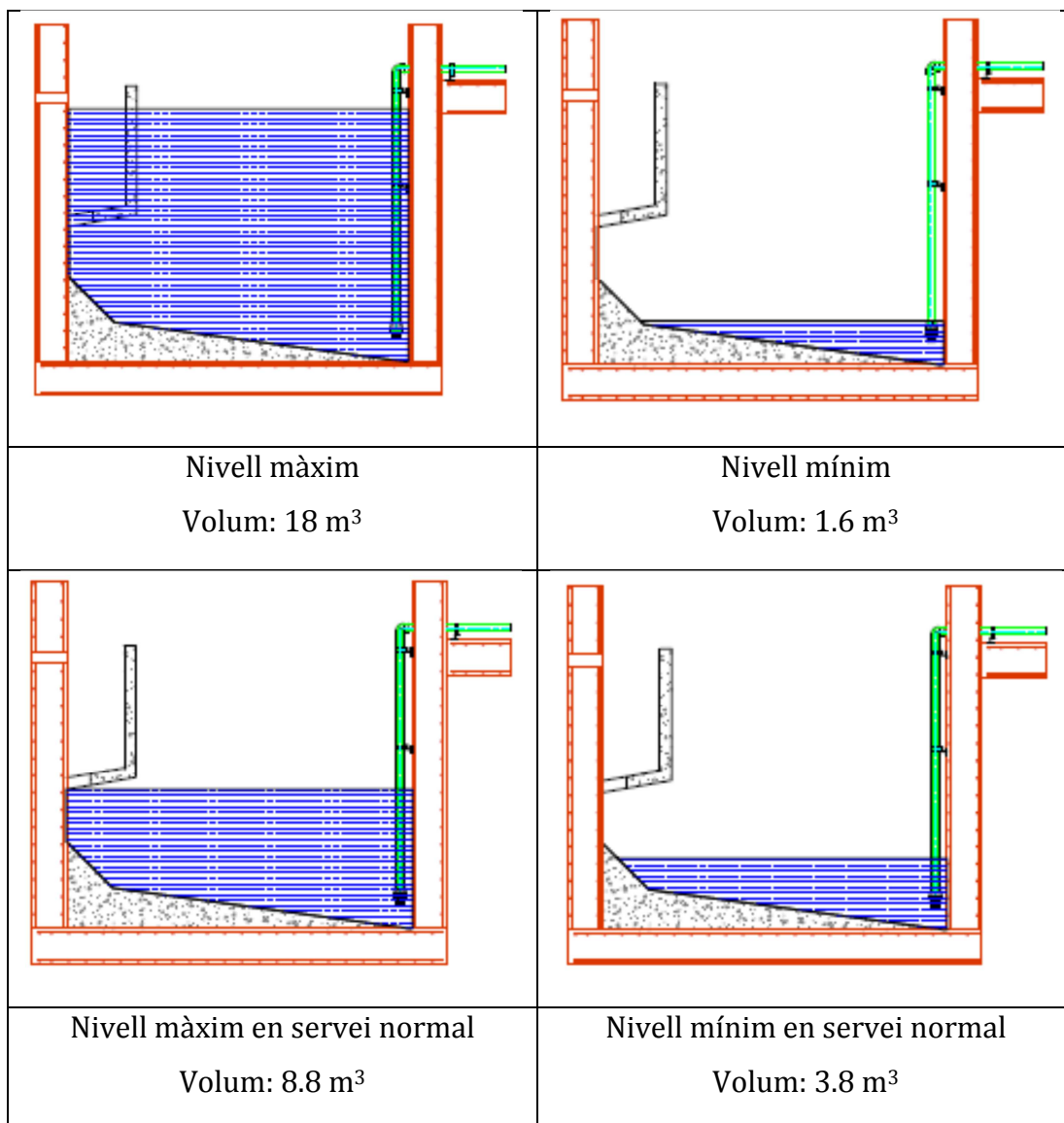


Figura 5. Esquema nivell aigua pou de bombeig

El volum màxim és de 18 m³ el que ens dóna un temps màxim de 3.6 h en la que la planta de tractament d'aigua pot estar aturada. Passat aquest temps, l'aigua no pot ser recollida en aquest dipòsit.

- Distribució

Per a la distribució interior del pou de bombeig es segueixen les normes especificades per (Hernández M.A., 1992) Fig. 6 i 7. Els resultat es troben a la taula 6. Els valors B i C no s'han tingut en comte donat que en el nostre cas, tant sols disposem d'una sola canonada d'aspiració. Els resultats representen els valors mínims recomanats.

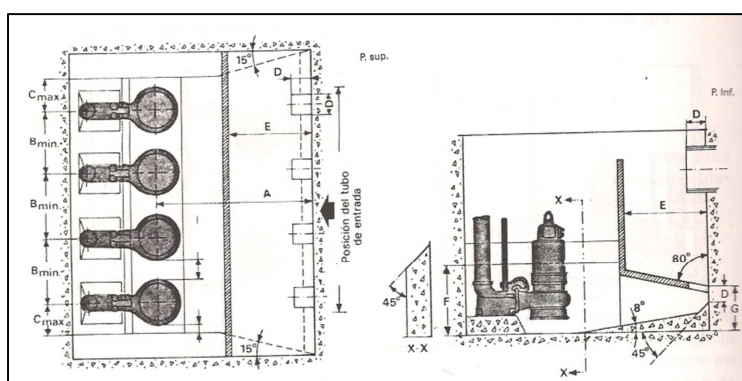


Figura 6. Estació de bombeig

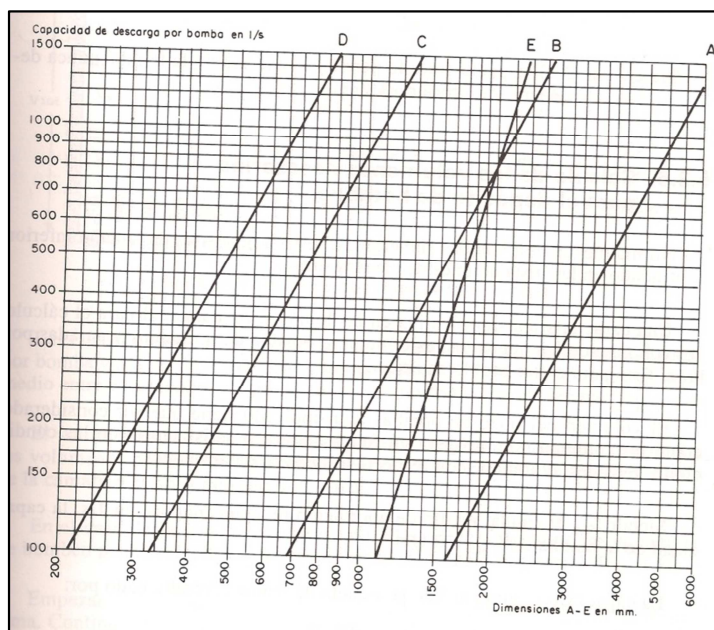


Figura 7. Diagrama per determinar els valors A-E.

Dimensió	Valor
Cabal	1.39 l/s
A	1600 mm
D	215 mm
E	1100 mm

Taula 6. Resultats pou bombeig

A.1.1.2. Parets pou de bombeig

Per al càlcul de les parets de formigó s'ha utilitzat el programa informàtic "PRONTUARIO INFORMATICO DEL HORMIGÓN" creat per l'institut IECA sota les condicions marcades pel EHE-08.

Per al càlcul del mallat i del gruix de paret, cal conèixer els esforços als que es sotmetrà el pou (Fig. 8).

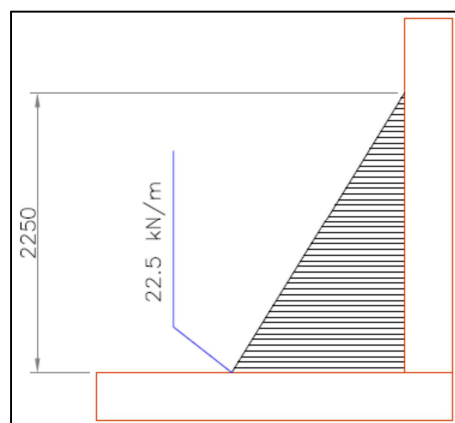


Figura 8. Esquema càrregues hidràuliques pou bombeig

$$P = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 10 \cdot 2.25 = 22.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad (\text{Eq. 1})$$

On:

$$\text{Densitat } (\rho) = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Gravetat } (g) = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Alçada } (h) = 2.25 \text{ m}$$

Resultats:

$$\text{Moment flector } (M) = 22.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Esforç tallant } (V) = 25.31 \text{ kN}$$

Resultats extrets del "PRONTUARIO INFORMATICO DEL HORMIGÓN":

- Gruix de paret = 400 mm
- Armadura = Ø 16 x 200 mm

A.1.2. Sabates

El càlcul de les sabates es fa en funció de la resistència del terreny i la força màxima que transmet l'estructura al terra. Es pren el valor de la resistència del terra de 1.5 Kg/cm² ("Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)"). L'esforç s'ha calculat mitjançant el programa d'estructures SAP.

$$\frac{N_{\text{max}}}{a^2} = \text{Resistència terreny} = 1.5 \quad (\text{Eq. 2})$$

On:

Axial màxima pilar (Nmax) = 88.94 kN

resistència terreny = 1.5 Kg/cm²

Resultats (Fig. 9):

Amplada sabata (a) = 77 ≈ 80 cm

Alçada sabata = 60 cm*

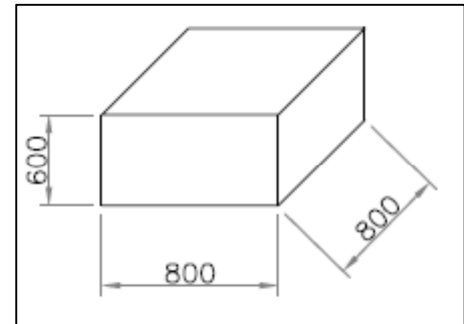


Figura 9. Mides sabata

*L'alçada de la sabata ve estipulada pel EHE-08.

A.2. Estructura

Per al càlcul estructural s'ha utilitzat el programa informàtic SAP2000 en el que s'han introduït les carregues a les que serà sotmesa tal i com es pot veure a la Fig. 10.

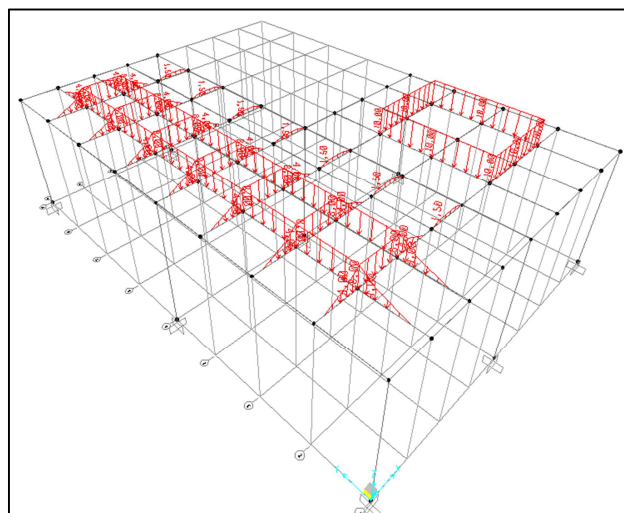


Figura 10. Imatge càlcul SAP2000

Els esforços corresponen als quatre dipòsits plens d'aigua i al filtre premsa. Les carregues s'han duplicat amb la finalitat d'assegurar un marge d'utilització més ampli.

Per al dimensionament de l'escala s'ha imposat una càrrega central de 5000 N. Aquest valor s'ha imposat a partir de les recomanacions expressades en el CTE.

A.2.1. Pilars

Per al càlcul del pilar partim d'una biga HEB-120. Les característiques es mostren a la taula 7 extretes a partir del promptuari de perfils d'acer normalitzats. Les tensions màximes a les que es sotmeten els pilars es troben a la taula 8.

Dades biga HEB-120			
I_y	864.37·10 ⁴ mm ⁴	σ acer	275 MPa
W_{ely}	144.06·10 ³ mm ³	Coefficient de vinclament (β)	1
A ànima	637 mm ²	Àrea (A)	3400.84 mm ²
Longitud (L)	2.37 m		

Taula 7. Característiques biga HEB-120

Font: /www.cvr.etsia.upm.es/

Tensions:

Pilar amb moment màxim	Pilar amb axial màxima
M = 5331622 N·mm	M = 1109830 N·mm
V = 3000 N	V = 860 N
N = 29740 N	N = 88942 N

Taula 8. Esforços màxims pilar

Per al càlcul de la tensió total s'utilitzarà el principi de combinació de càrregues de Von Mises. Per al càlcul del coeficient multiplicador per efecte del vinclament (ω), es segueixen les normes expressades en el CTE.

1.- Càlcul pilar amb moment màxim

$$\text{Von Misses} \Rightarrow \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \Rightarrow \sqrt{45.92^2 + 3 \cdot 4.7^2} = 47 \text{ MPa} < 275 \text{ MPa} \quad (\text{Eq. 3})$$

$$\text{Coef. seguretat} = \frac{\sigma \text{ admissible}}{\sigma} = \frac{275}{47} = 6 \quad (\text{Eq. 4})$$

On:

$$\sigma = \frac{N \cdot \omega}{A} + \frac{M}{W_{el.y}}$$

- $N \rightarrow$ esforç axial (N)
- $\omega \rightarrow$ multiplicador vinclament
- $A \rightarrow$ àrea biga (mm^2)
- $M \rightarrow$ moment flector (N·mm)
- $W_{el.y} \rightarrow$ mòdul resistent elàstic (mm^3)

$$\tau = \frac{V}{A_{\lambda nima}}$$

- $V \rightarrow$ esforç tallant (N)
- $A_{\lambda nima} \rightarrow$ àrea ànima biga (mm^2)

$$\tau = \frac{V}{A_{\lambda nima}} \Rightarrow \frac{3000}{637} = 4.7 \text{ MPa} \quad (\text{Eq. 5})$$

$$\sigma = \frac{N \cdot \omega}{A} + \frac{M}{W_{el.y}} \Rightarrow \frac{29740 \cdot 1.11}{3400.84} + \frac{5331622}{144.06 \cdot 10^3} = 45.92 \text{ MPa (Eq. 6)}$$

On:

$$\omega = \frac{L \cdot \beta}{\sqrt{\frac{I_y}{A}}}$$

- L → longitud biga (m)
- β → coeficient de vinclament
- I_y → inèrcia secció sentit moment (mm⁴)
- A → àrea biga (mm²)

$$\omega = \frac{L \cdot \beta}{\sqrt{\frac{I_y}{A}}} = \frac{2370 \cdot 1}{\sqrt{\frac{864.37 \cdot 10^4}{3400.84}}} = 47 \rightarrow \omega = 1.11 \text{ (Eq. 7)}$$

2.- Càlcul pilar amb càrrega axial màxima

$$\text{Von Misses} \Rightarrow \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \Rightarrow \sqrt{36.7^2 + 3 \cdot 1.35^2} = 36.8 \text{ MPa} < 275 \text{ MPa}$$

$$\text{Coef. seguretat} = \frac{\sigma \text{ admissible}}{\sigma} = \frac{275}{36.8} = 7.47$$

On:

$$\tau = \frac{V}{A_{\text{ànima}}} \Rightarrow \frac{860}{637} = 1.35 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{N \cdot \omega}{A} + \frac{M}{W_{el.y}} \Rightarrow \frac{88942 \cdot 1.11}{3400.84} + \frac{1109830}{144.06 \cdot 10^3} = 36.7 \text{ MPa}$$

On:

$$\omega = \frac{L \cdot \beta}{\sqrt{\frac{I_y}{A}}} = \frac{2370 \cdot 1}{\sqrt{\frac{864.37 \cdot 10^4}{3400.84}}} = 47 \rightarrow \omega = 1.11$$

Resultat:

Pilars construïts amb bigues amb perfil HEB-120 serien suficients i fins i tot estarien sobredimensionades, però la diferència de mida entre pilar i jàssera (veure capítol A.2.2.) seria massa gran i per altra banda, estèticament seria poc agradable.

Per aquestes raons, els pilars escollits són bigues de perfil HEB-140.

A.2.2. Jàsseres

Per al càlcul de la jàssera partim d'una biga HEB-160. Les característiques es mostren a la taula 9 extretes a partir del promptuari de perfils d'acer normalitzats.

Dades biga HEB-160			
W_{el.y}	311.5 · 10 ³ mm ⁴	σ acer	275 MPa
A ànima	969 mm ²	Àrea (A)	5425.5 mm ²

Taula 9. Característiques biga HEB-160

Font: /www.cvr.etsia.upm.es/

Tensions:

- $M = 3512673 \text{ N}\cdot\text{mm}$
- $V = 41079 \text{ N}$
- $N = 1177 \text{ N}$

$$\text{Von Misses} \Rightarrow \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \Rightarrow \sqrt{110.8^2 + 3 \cdot 42.4^2} = 133 \text{ MPa} < 275 \text{ MPa}$$

$$\text{Coef. seguretat} = \frac{\sigma \text{ admissible}}{\sigma} = \frac{275}{133} = 2$$

On:

$$\sigma = \frac{M}{W_{el.y}} \Rightarrow \frac{34512673}{311.5 \cdot 10^3} = 110.8 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{V}{A_{\text{Anima}}} \Rightarrow \frac{41079}{969} = 42.4 \text{ MPa}$$

Resultat:

Les jàsseres seran construïdes amb bigues de perfil HEB-160.

A.2.3. Travesseres

Per al càlcul de les bigues travesseres partim d'una biga HEB-100. Les característiques es mostren a la taula 10 extretes a partir del promptuari de perfils d'acer normalitzats.

Dades biga HEB-100			
W_{el.y}	89.91·10 ³ mm ⁴	σ acer	275 MPa
A ànima	480 mm ²	Àrea (A)	2603.84 mm ²

Taula 10. Característiques biga HEB-100

Font: /www.cvr.etsia.upm.es/

Tensions:

- M = 9331524 N·mm
- V = 10441 N
- N = 12 N

$$\text{Von Misses} \Rightarrow \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \Rightarrow \sqrt{103.8^2 + 3 \cdot 21.7^2} = 110.4 \text{ MPa} < 275 \text{ MPa}$$

$$\text{Coef. seguretat} = \frac{\sigma \text{ admissible}}{\sigma} = \frac{275}{110.4} = 2.5$$

On:

$$\sigma = \frac{M}{W_{el.y}} \Rightarrow \frac{9331524}{89.91 \cdot 10^3} = 103.8 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{V}{A_{\text{ànima}}} \Rightarrow \frac{10441}{480} = 21.7 \text{ MPa}$$

Resultat:

Les travesseres seran construïdes amb bigues de perfil HEB-100.

A.2.4. Escala

L'escala està sotmesa a una càrrega de 5000 N (Fig. 11).

La inclinació de 30° de l'escala obliga a la descomposició de la càrrega a la que se sotmet, en dues components (Fig. 12).

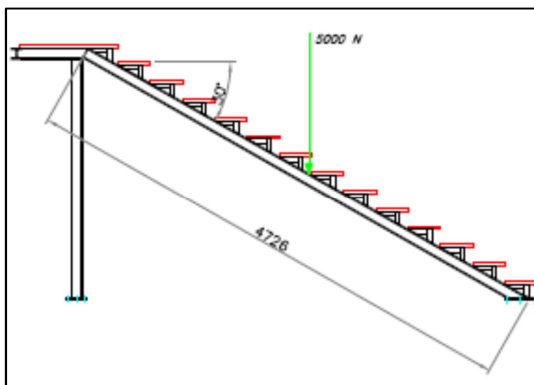


Figura 11. Esquema escala

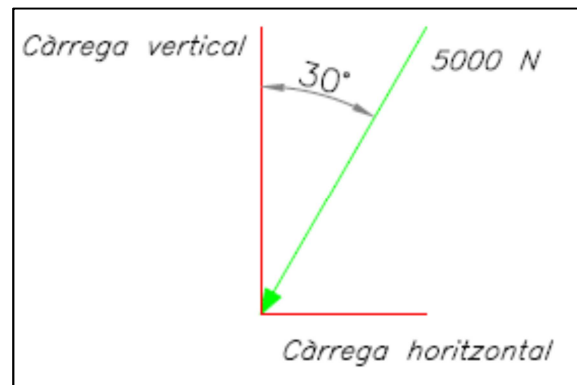


Figura 12. Descomposició de forces

- Càrrega vertical: 4330 N
- Càrrega horitzontal: 2500 N

Per al càlcul de l'escala partim d'una biga HEB-100. Les característiques es mostren a la taula 10 extretes a partir del promptuari de perfils d'acer normalitzats.

Tensions:

- $M = 5115895 \text{ N}\cdot\text{mm}$
- $V = 2165 \text{ N}$
- $N = 2500 \text{ N}$

$$\text{Von Misses} \Rightarrow \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \Rightarrow \sqrt{57.8^2 + 3 \cdot 4.5^2} = 58.4 \text{ MPa} < 275 \text{ MPa}$$

$$\text{Coef. seguretat} = \frac{\sigma \text{ admissible}}{\sigma} = \frac{275}{58.4} = 4.7$$

On:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W_{el.y}} \Rightarrow \frac{2500}{2603.84} + \frac{5115895}{89.91 \cdot 10^3} = 57.8 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{V}{A_{\text{Anima}}} \Rightarrow \frac{2165}{480} = 4.5 \text{ MPa}$$

La càrrega s'ha considerat aplicada en una sola biga per a efectes pràctics a l'hora de calcular. Realment, la càrrega es reparteix per igual entre dues bigues. D'aquesta manera, el coeficient de seguretat seria el doble.

Resultat:

L'escala serà construïda amb bigues de perfil HEB-100.

A.2.5. Engraellat

El terra de la estructura està construït amb engrallat d'acer inoxidable. Aquest ha de ser capaç de poder suportar les càrregues que se li aplicaran al damunt. El dimensionament es realitza a partir de la càrrega màxima que han de suportar. Aquesta correspon al pes d'un dipòsit i l'aigua que conté.

Per a un correcte dimensionament i tenint en compte la naturalesa de l' estructura, no s'accepta un coeficient de seguretat per sota d' 1.5. Les dades i càrregues es troben a la taula 11.

Dades		Càrregues	
Volum	2.5 m ³	Massa aprox. dipòsit	200 Kg
Diàmetre	1.5 m	Massa aigua	2500 Kg
Distància entre bigues	850 mm	Massa aprox. equips	100 Kg

Taula 11. Dades i càrregues màximes sobre engrallat

$$\text{Càrrega distribuïda: } \frac{200 + 2500 + 100}{0.75^2 \cdot \pi} = 1584.5 \text{ Kg/m}^2$$

A partir de les dades expressades a la taula 12, proporcionades pel fabricant, s'escull el tipus d'engraellat.

		Fv = CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA								Fp = CARGA EN ZONA DE 200 x 200							
		PASO PEATONES FRECUENTE				PASO PEATONES OCASIONAL				PASO PEATONES DESACONSEJADO							
Pletina portante		MALLA DE 30x30															
		TIPO STANDARD								ALTA RESISTENCIA							
		20x3	25x2	25x3	30x2	30x3	40x2	40x3	30x5	40x5	50x5	60x5	70x5	80x5			
500	Fv	2983	3107	4661	4474	6711	7954	11931	11186	19885	31071	44742	60899	79542			
	Fp	257	265	391	388	577	679	1002	939	1670	2652	3756	5113	6678			
600	Fv	2071	2158	3237	3107	4661	5524	8286	7786	13809	21577	31071	42291	55237			
	Fp	205	212	313	310	462	543	801	751	1336	2121	3005	4090	5342			
700	Fv	1522	1585	2378	2283	3424	4058	6087	5707	10146	15853	22828	30171	40583			
	Fp	171	177	261	258	385	453	668	626	1113	1768	2504	3409	4452			
800	Fv	1165	1214	1821	1748	2621	3107	4661	4369	7768	12137	17477	23798	31071			
	Fp	147	152	224	222	330	388	572	537	954	1515	2147	2922	3816			
900	Fv	921	959	1439	1381	2071	2455	3683	3452	6138	9590	13809	18796	24550			
	Fp	128	133	196	194	289	340	501	470	835	1326	1878	2556	3339			
1000	Fv		777	1165	1119	1678	1988	2983	2796	4971	7768	11186	15225	19885			
	Fp		118	174	172	257	302	445	417	742	1179	1670	2272	2968			

Taula 12. Càrregues admissibles

Font: /http://www.cabasa.com/

Resultat:

S'utilitzarà engraellat d'entramat de 30 x 30 mm, alçada de 40 mm i gruix de làmina de 2 mm.

A.3. Dipòsits tractament químic

A partir de la informació extreta de (DEGREMONT, 1979) i de les proves experimentals realitzades en el laboratori s'ha calculat el temps necessari per a les diferents reaccions, que es mostren a la taula 13.

Procés	Agitació	Temps
Control pH	Ràpida	1-2 min
Coagulació	Ràpida	2-5 min
Floculació	Lenta	15-30 min
Cr(VI) – Cr(III)	Ràpida	15-30 min

Taula 13. Temps de reacció

Es pot veure que la reacció que necessita mes temps és, la reducció del crom (Cr) i la floculació.

El volum necessari per a aconseguir un temps de residència de 30 min és:

$$\text{Temps (t)} = \frac{\text{Volum dipòsit}}{\text{Caudal}} = \frac{V}{5} = 0.5 \text{ h} = 30 \text{ min} \rightarrow \text{Volum dipòsit} = 2.5 \text{ m}^3$$

Els dipòsits han d'incorporar al seu interior, quatre deflectors de longitud el 10% del diàmetre interior per tal de reduir els vòrtex o remolins que es creen durant la agitació. Aquests creen pèrdues energètiques molt grans i redueixen la eficàcia de l'agitació.

A.4. Reaccions químiques

A.4.1. Reducció pH

En la primera fase del tractament, ha de mantenir-se el pH de l'aigua a pH 2.5 per assegurar una correcta reducció del crom tal i com s'indica en (EPA, 2000). En el pitjors dels casos l'aigua arriba a un valor de pH de 3.5.

$$\text{pH } 2.5 = 10^{-2.5} = 3.16 \cdot 10^{-3} \text{ mols H}^+/\text{l}$$

$$\text{pH } 3.5 = 10^{-3.5} = 3.16 \cdot 10^{-4} \text{ mols H}^+/\text{l}$$

Per passar de pH 3.5 a pH 2.5 cal afegir:

$$3.16 \cdot 10^{-3} \text{ mols H}^+/\text{l} - 3.16 \cdot 10^{-4} \text{ mols H}^+/\text{l} = 2.84 \cdot 10^{-3} \text{ mols H}^+/\text{l}$$

Utilitzem àcid sulfúric (H_2SO_4):

- Pes molecular: 98 g/mol
- 2 mols H^+ /mol H_2SO_4
- Riquesa del 70%
- Densitat: 1.61 g/cm³

$$2.84 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mols H}^+}{\text{l}} \cdot \frac{\text{mol H}_2\text{SO}_4}{2 \text{ mols H}^+} \cdot \frac{98 \text{ g}}{\text{mol H}_2\text{SO}_4} = 0.13 \text{ g H}_2\text{SO}_4/\text{l}$$

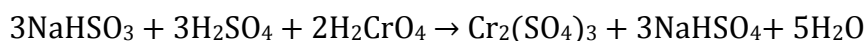
Considerant que s'utilitza un àcid sulfúric de riquesa 70%:

$$\frac{\frac{0.13 \text{ g/l} \cdot 5000 \text{ l/h}}{1610 \text{ g/l}}}{0.7} = 0.58 \text{ l/h}$$

A.4.2. Reducció Cr(VI)

Per a la reducció del crom hexavalent en crom trivalent, menys contaminant i sedimentable s'utilitza el bisulfit sòdic tal i com s'indica (DEGREMONT, 1979).

Per conèixer quina quantitat de bisulfit cal afegir es parteix de la reacció:



A partir de la reacció s'extreu que, per cada 2 mols de crom, es necessiten 3 mols de bisulfit.

Pes atòmic crom \rightarrow 52 g/mol

Pes molecular bisulfit sòdic \rightarrow 104 g/mol

$$1 \text{ g Cr(VI)} \cdot \frac{1 \text{ mol Cr(VI)}}{52 \text{ g Cr (VI)}} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{CrO}_4}{1 \text{ mol Cr(VI)}} \cdot \frac{3 \text{ mols NaHSO}_3}{2 \text{ mols H}_2\text{CrO}_4} \cdot \frac{104 \text{ g NaHSO}_3}{1 \text{ mol NaHSO}_3} = 3 \text{ g NaHSO}_3$$

Amb aquesta relació s'extrau que cal aportar 3 g de NaHSO₃ per cada gram de crom.

L'aigua a tractar conté 0.05 g Cr (VI)/l per tant, es necessiten 0.15 g/l de bisulfit sòdic.

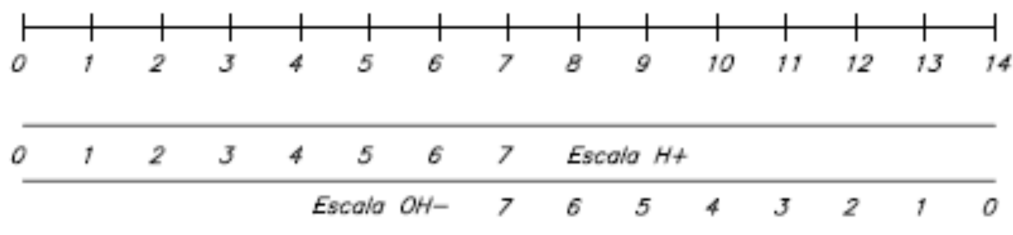
Utilitzem bisulfit amb una riquesa del 35%.

Considerant que s'utilitza bisulfit amb una riquesa del 35% (p/v).

$$\frac{0.15 \text{ g/l} \cdot 5000 \text{ l/h}}{350 \text{ g/l}} = 2.14 \text{ l/h}$$

A.4.3. Augment pH

En la tercera fase, ha de modificar-se el pH de 2.5 a 8.5 per a una correcta coagulació i floculació tal i com s'indica en (Hernández M.A., 1992).



pH 2.5 (Escala H⁺) = $10^{-2.5} = 3.16 \cdot 10^{-3}$ mols H⁺/l (a neutralitzar amb OH⁻)

pH 5.5 (Escala OH⁻) = $10^{-5.5} = 3.16 \cdot 10^{-6}$ mols OH⁻/l

Per passar de pH 2.5 a pH 8.5 cal afegir:

$$3.16 \cdot 10^{-3} \text{ mols OH}^-/\text{l} + 3.16 \cdot 10^{-6} \text{ mols OH}^-/\text{l} = 3.16 \cdot 10^{-3} \text{ mols OH}^-/\text{l}$$

Utilitzem hidròxid de sodi (NaOH):

- Massa molar: 40 g/mol
- 1 mol OH⁻/mol NaOH
- Riquesa del 30% (p/v)

$$3.16 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mols OH}^-}{\text{l}} \cdot \frac{\text{mol NaOH}}{1 \text{ mol OH}^-} \cdot \frac{40 \text{ g}}{\text{mol NaOH}} = 0.126 \text{ g/l}$$

Considerant que s'utilitza hidròxid de sodi amb una riquesa del 30% (p/v):

$$\frac{0.126 \text{ g/l} \cdot 5000 \text{ l/h}}{300 \text{ g/l}} = 2.1 \text{ l/h}$$

A.4.4. Coagulació

Per conèixer la quantitat orientativa de coagulant i floculant que ha d'afegir-se a l'aigua s'han realitzat unes proves de Jar-test els resultats es poden veure a la taula 14.

Dades experiment:

- Coagulant: Sulfat d'alúmina ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)
Concentració: 20 mg/l
- Floculant: policlorur d'alumini (PAX-18)
Densitat: 1.36 g/ml
Riquesa del 100%
- Volum de treball: 0.5 l

Coagulant (ml)	Floculant (ml)	Longitud (cm)	Temps (min)	Velocitat sedim. (m/h)
5	0.26	7	1.41	2.97
8	0.14	7	1.2	3.5
<u>8</u>	<u>0.26</u>	<u>7.5</u>	<u>1</u>	<u>4.5</u>
10	0.14	8	1.47	3.26
10	0.26	8	1.2	4
15	0.14	7.5	2	2.25

Taula 14. Resultats experimentals del càlcul de la velocitat de sedimentació d'una aigua residual procedent de rentat d'una indústria de recobriment de superfícies de crom amb un contingut de contaminants similar a la del projecte.

Conclusió:

Donat que el volum de treball és de 0.5l i cal afegir-hi 8 ml de coagulant, per 1 litre d'aigua a tractar caldrà:

Dosis de coagulant: 16 ml/l → 0.32 mg/l

Utilitzem Sulfat d'alúmina ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$):

- Riquesa del 7%

Considerant que s'utilitza sulfat d'alúmina en solució 7% (p/v):

$$\frac{0.00032 \text{ g/l} \cdot 5000 \text{ l/h}}{70 \text{ g/l}} = 0.022 \text{ l/h}$$

A.4.5. Flocculació

A partir de les dades extretes del Jar-test (taula 14), es pot extreure que, donat que el volum de treball és de 0.5l i cal afegir-hi 26 ml de flocculant, per 1 litre d'aigua a tractar caldrà:

Dosis de flocculant → 0.52 ml de PAX-18/l

Utilitzem policlorur d'alumini (PAX-18):

Considerant que s'utilitza un policlorur d'alumini en solució 18% (p/v):

$$0.52 \text{ ml/l} \cdot 5000 \text{ l/h} = 2600 \text{ ml/h} \rightarrow 2.6 \text{ l/h}$$

A.5. Sedimentador

Per al dimensionament del sedimentador cal conèixer la velocitat de sedimentació, superfície de sedimentació i el rendiment que es vol aconseguir.

- Velocitat de sedimentació

$$V_s = V_s' - V_a \quad 4.5 - 4.16 = 0.33 \text{ m/h}$$

On:

- V_s' = velocitat de sedimentació experimental* = 4.5 m/h
- V_a = velocitat ascensional = Cabal/Secció sedimentador**

$$V_a = \frac{\text{Caball}}{\text{Secció sedim.}} = \frac{5 \text{ m}^3/\text{h}}{1.2 \cdot 1} = 4.16 \text{ m/h}$$

* La velocitat experimental es calcula en condicions d'aigua estàtica (Taula 14).

** La secció del sedimentador es l'àrea per la qual ascendeix l'aigua (Fig. 13).

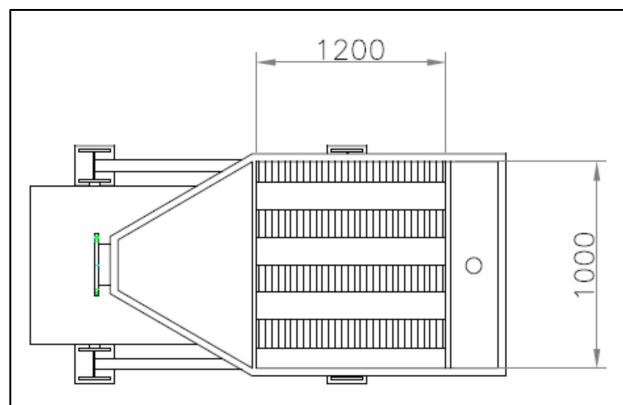


Figura 13. Vista planta sedimentador

Font: /http://www.nordicwater.com/

- Superfície de sedimentació

$$\text{Superfície sedimentació} = \frac{\text{Cabal}}{V_s} = \frac{5}{0.33} = 15.15 \text{ m}^2$$

Els models de sedimentadors disponibles disposen de les següents característiques, veure taula 15:

Model	Àrea (m ²)	Separació plaques (cm)	Volum fangs (m ³)	Volum total (m ³)
LS 25S	25	5	0.7	5.1
	21	6	0.7	5.1
	15	8	0.7	5.1
	12	10	0.7	5.1

Taula 15. Característiques sedimentadors

Font: /www.nordicwater.com/

S'escull un sedimentador de 21 m² de superfície i 6 cm de separació entre plaques. L'inclinació d'aquestes es de 55°.

- Rendiment

El rendiment es calcula a partir de la composició/quantitat de contaminant a l'entrada respecte al que es desitja a la sortida.

En el cas que ens ocupa, la major diferència entre concentració de contaminant a l'entrada i a la sortida es en el cas del Crom hexavalent.

Concentració entrada: 5-50 mg/l

Concentració sortida: 0.5 mg/l

Partint d'una concentració d'entrada de 50 mg/l cal un rendiment del sedimentador del 99% per complir amb la normativa d'abocament.

$$\text{Rendiment requerit} = 1 - \frac{\text{Concentració final}}{\text{Concentració inicial}} = 1 - \frac{0.5}{50} = 0.99$$

El rendiment del sedimentador es calcula:

$$\text{Rendiment} = \frac{Y(\text{Tr})}{L} = \frac{\text{Tr}}{\text{Ts}}$$

On:

- $Y(\text{Tr})$ = longitud recorreguda per una partícula en el temps de retenció
- L = longitud de sedimentació
- Tr = temps de retenció
- Ts = temps de sedimentació

Càlculs:

$$\text{Tr} = \frac{\text{Volum sedimentador}}{\text{Cabal}} = \frac{5.1 - 0.7}{5} = 0.88 \text{ h} = 53 \text{ min}$$

$$\text{Ts} = \frac{L^*}{V_s} = \frac{0.105}{0.33} = 0.31 \text{ h} = 19 \text{ min}$$

* La longitud es calcula a partir de la separació entre plaques i la inclinació d'aquestes (Fig. 14).

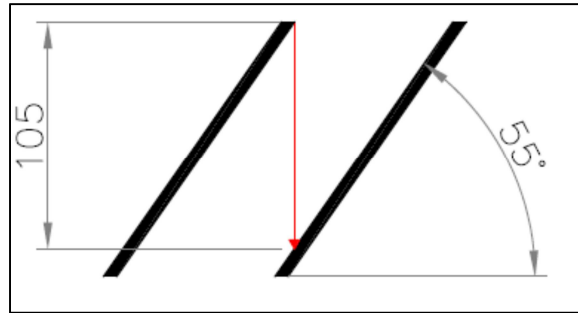


Figura 14. Esquema lamel·les

$$Y(\text{Tr}) = \text{Tr} \cdot V_s = 0.88 \text{ h} \cdot 0.33 \text{ m/h} = 0.29 \text{ m}$$

Amb aquests valors es calcula el rendiment:

$$\text{Rendiment} = \frac{0.29}{0.105} = \frac{53}{19} = 2.76 \geq 100\%$$

Conclusió:

Amb el sedimentador model LS 25S-21-06 obtenim un rendiment del 100% i ens permet aconseguir una elevada reducció de contaminants la sortida del tractament .

A.6. Càlculs hidràulics

A.6.1. Canonades

Per a la selecció de les canonades s'ha tingut en compte la pressió màxima que poden aguantar i la pressió màxima que assoleix l'aigua en tot el procés de depuració considerant també, el cop d'ariet en els punts mes desfavorables.

La pressió màxima s'assoleix al filtre premsa arribat a valors de fins a 6 Bar de pressió. Per damunt d'aquest valor, el pressòstat que controla la bomba neumàtica, atura la filtració.

1.- Cop ariet canonada pou bombeig

$$\Delta P = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T} = \frac{2 \cdot 7.5 \cdot 1.09}{9.81 \cdot \frac{7.5 \cdot 1.09}{9.81 \cdot 5.5}} = 8.14 \text{ mca} \quad (\text{Eq. 8})$$

On:

L = longitud canonada

v = velocitat fluid*

g = gravetat

$$T = \frac{L \cdot v}{g \cdot H_m}$$

- H_m = altura màxima fluid

$$P_{\max} = 8.14 \text{ mca} + 11.2 \text{ mca} = 19.34 \text{ mca} = 1.87 \text{ Bar}$$

2.- Cop ariet canonada fangs

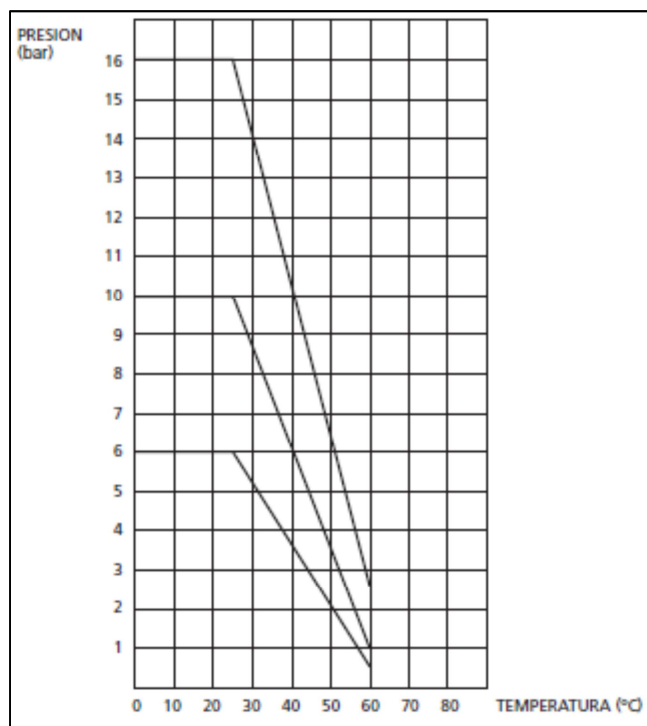
$$\Delta P = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 0.14}{9.81 \cdot \frac{2 \cdot 0.14}{9.81 \cdot 0.4}} = 0.8 \text{ mca}$$

$$P_{\max} = 0.8 \text{ mca} + 63.7 \text{ mca} = 64.5 \text{ mca} = 6.24 \text{ Bar}$$

*. Velocitat del fluid en funcionament normal de 5 m³/h.**. Velocitat del fluid en zona de treball amb pressió màxima de 6 Bar i caudal d' 1 m³/h.

Resultat:

S'utilitzarà canonades de clorur de polivinil no plastificat (PVC-U) ja que aquest té una resistència màxima de 16 Bar a 20°C (gràfica 1). El fet que la canonada contingui constantment aigua al seu interior, ens garanteix una temperatura baixa i estable.



Gràfica 1. Resistència pressió-temperatura PVC-U

Font: Coraplast

A.6.2. Bomba pou bombeig

Partint de les recomanacions sobre dimensionament de bombes expressades per la empresa PRINZE, les bombes han de poder evacuar un caudal igual o superior al 125% del caudal d'entrada.

Per altra banda, en el cas que ens ocupa, requereix d'una bomba capaç de suportar l'atac de líquids corrosius. En el nostre cas, aigua amb un valor de pH de 2.5. Per

aquest motiu la bomba seleccionada ha estat de la gamma PP de la marca PRINZE dissenyades especialment per a aquesta tasca.

Característiques de construcció:

- Cos, rodet i suport: polipropilè
- Carcassa motor: Alumini
- Casquet: Ceràmica
- Sellat mecànic: reté en bitó
- Motor elèctric: Asincron, 2900rpm, ventilació externa i capacitat de treball continu.

Dimensionament:

Caudal requerit: 5 m³/h o 6.25 m³/h (125%)

La corba de la instal·lació es determina a partir de l'equació 9.

Les pèrdues de càrrega van associades a la canonada i els seus elements (Fig. 15) i en funció del caudal. Per tal de conèixer la pèrdua de càrrega que hi ha a la instal·lació, s'han utilitzat els principis de l'equació de Darcy-Weisbach (Eq. 10). Les dades es troben a la taula 16.

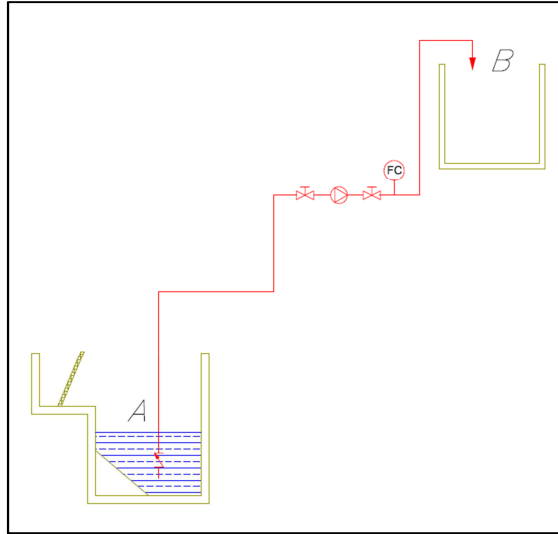


Figura 15. Esquema instal·lació bombeig

$$E_b - E_a + H_r = H_m \quad (\text{Eq. 9})$$

On:

E_b → energia al punt B (m.c.a.)

E_a → energia al punt A (m.c.a.)

H_m → altura proporcionada per la bomba (m.c.a.)

$$H_r(\text{pèrdua de càrrega}) = \lambda \cdot \frac{L + L_{eq}}{D^5} \cdot \frac{8}{\pi^2 \cdot g} \cdot Q^2 \quad (\text{Eq. 10})$$

On:

$$\lambda = \left(\frac{1}{-1,8 \cdot \log_{10} \left[\frac{6,9}{Re} + \left(\frac{k}{D \cdot 3,4} \right)^{1,11} \right]} \right)^2$$

- $R_e \rightarrow$ nombre de Reynolds $\rightarrow \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D \cdot v}$
 - $v \rightarrow$ viscositat cinemàtica fluid (m^2/s)
- $k \rightarrow$ rugositat absoluta canonada (m)

$L \rightarrow$ longitud canonada (m)

$L_{eq} \rightarrow$ longitud equivalent dels accessoris (m)

$D \rightarrow$ diàmetre interior canonada (m)

$g \rightarrow$ acceleració de la gravetat (m/s^2)

$Q \rightarrow$ cabal (m^3/s)

Les canonades són de PVC-U amb una rugositat absoluta de 0.0015 mm.

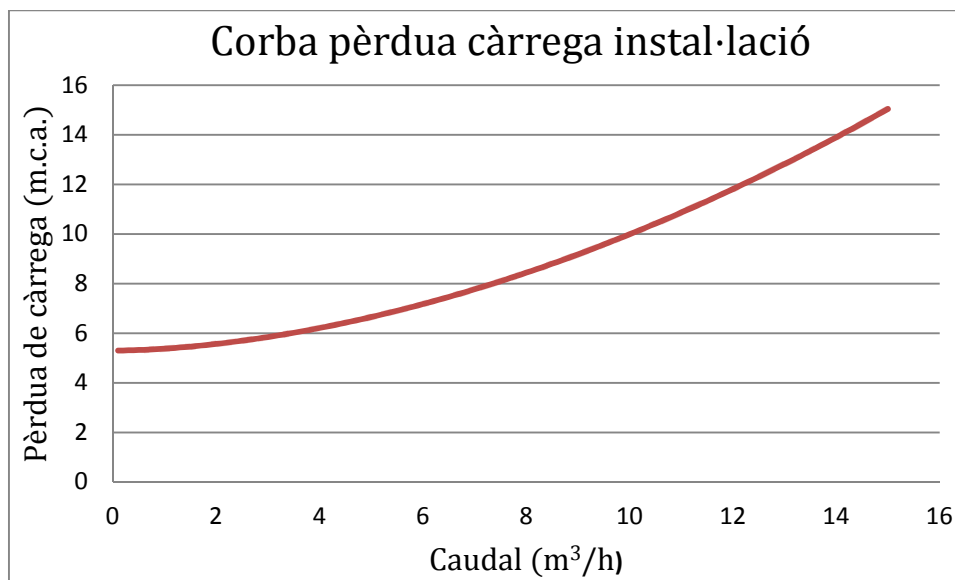
L'aigua té una viscositat cinemàtica de $1 \cdot 10^{-6} m^2/s$.

Pèrdues de càrrega instal·lació							
Aspiració				Impulsió			
Descrip.	Un.	Pèrd./u	Total	Descrip.	Un.	Pèrd./u	Total
Vàl. Peu	1	5	5	Caudal.	1	20	20
Colze 90º	3	2.5	7.5	Colze 90º	4	2.5	10
Vàl. Bola	1	0.35	0.35	Vàl. Papl.	1	0.25	0.25
Can. Ø50	6.2	-	-	Can. Ø40	1.7	-	-
Total			12.85	Total			30.25

Taula 16. Pèrdua de càrrega equips

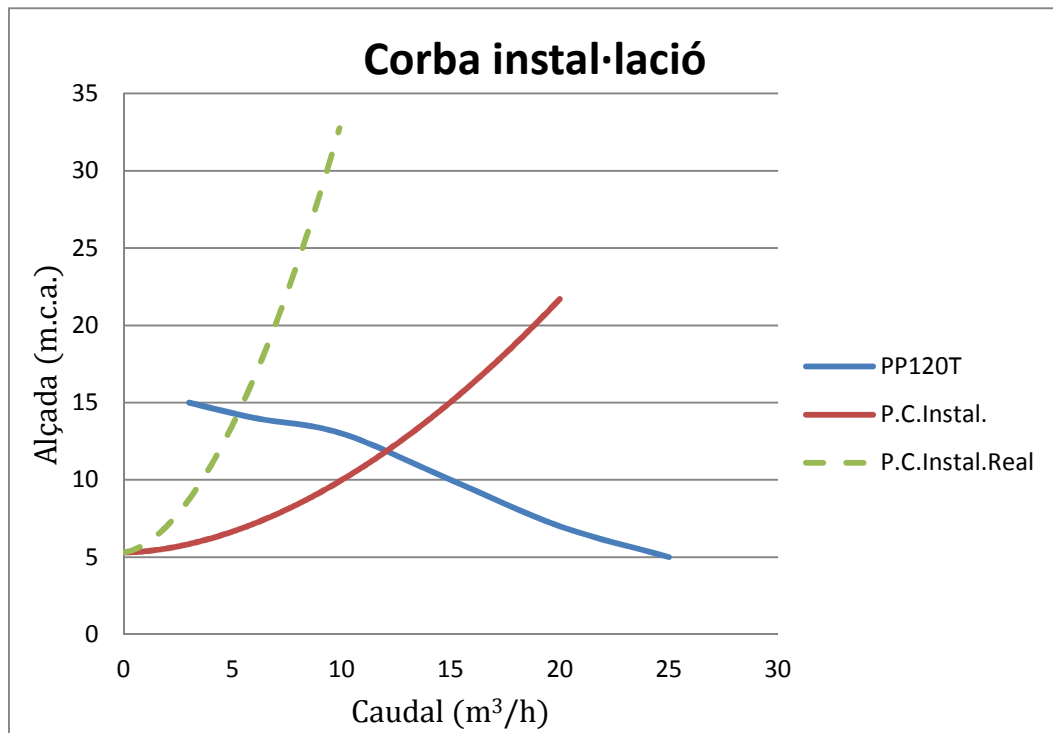
Resultats:

A partir de les dades abans mostrades es pot extreure el gràfic 2, on es representa la pèrdua de càrrega de tota la instal·lació en front del cabal:



Gràfica 2. Pèrdua de càrrega – cabal

A partir de la gràfica anterior cal trobar una bomba capaç de subministrar 5-6.25 m³/h tot venent la pèrdua de càrrega. Aquesta bomba és el model PP110T. Tal i com es pot veure a la gràfica 3, el cabal subministrat és superior al desitjat, però amb l'ajuda de la vàlvula de papallona, aquest es pot reduir tal i com s'observa a la línia discontinua verda.



Gràfica 3. Instal·lació bombeig

- Obertura vàlvula papallona:

Per aconseguir un cabal de 5m³/h cal aportar a la instal·lació una pèrdua de càrrega de 100 m.c.a. Aquesta pèrdua l'aporta la vàlvula de papallona col·locada a la impulsió. Per calcular el grau d'obertura que haurà de tenir la vàlvula s'utilitza la figura 16.

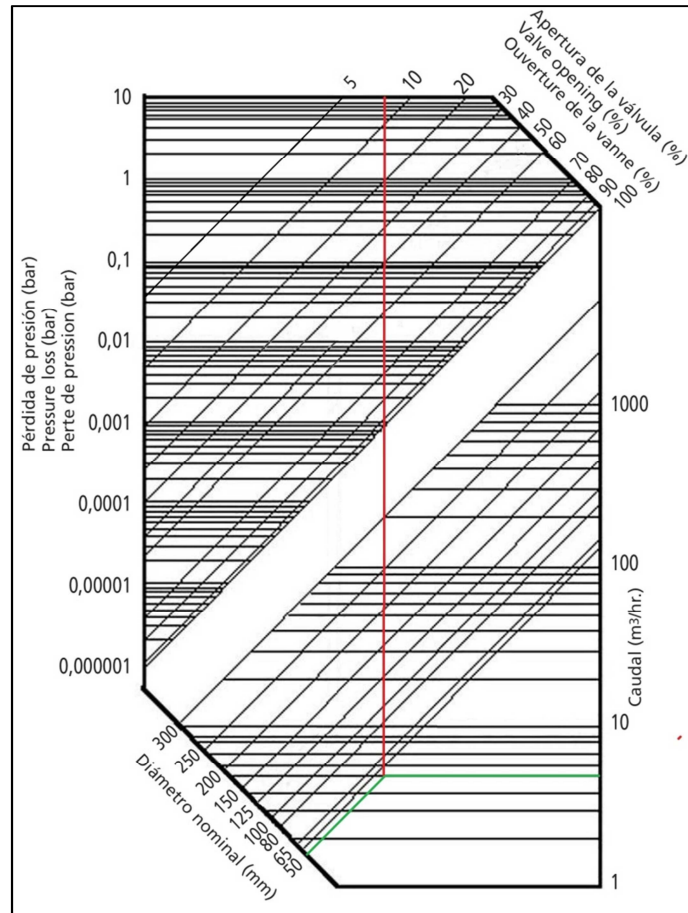


Figura 16. Gràfica pèrdua de càrrega vàlvula papallona

Font: Coraplast

El grau d'obertura de la vàlvula haurà de ser aproximadament d'un 8%.

- Control cavitació:

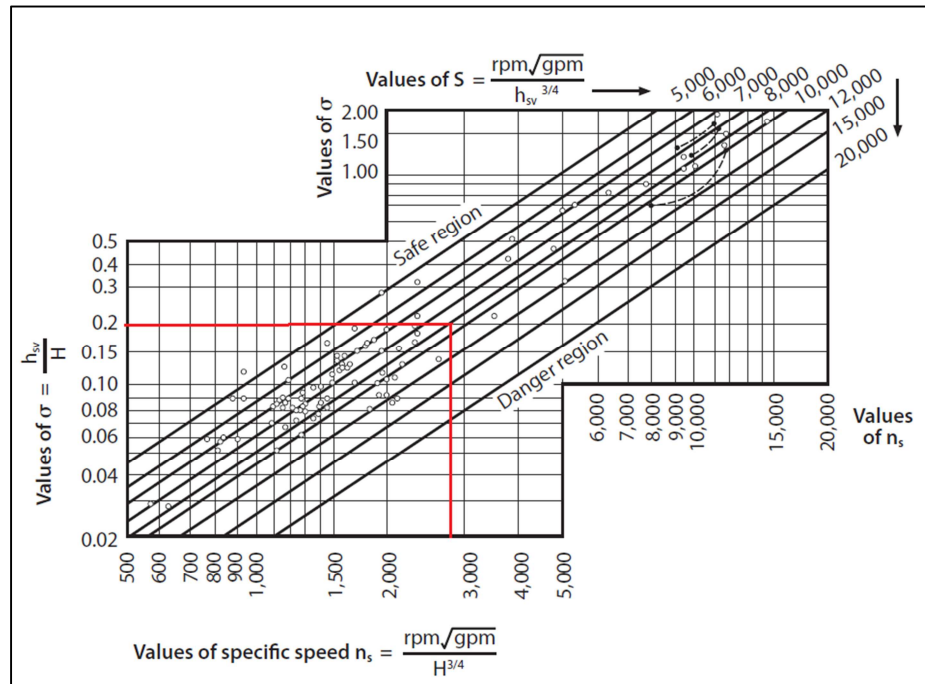
Per assegurar-nos que la bomba no tindrà problemes de cavitació, cal fer un estudi sobre aquest efecte.

El fabricant no proporciona una corba d'NPSH, tant sols informa de la altura màxima d'aspiració, sent aquest valor, l'NPSH_D.

A partir d'un estudi presentat (World pumps, 2010) gràfica. 4, es pot extreure el valor de NPSH_R a partir del caudal de la bomba, les revolucions del motor i de l'alçada que proporciona.

Les dades necessàries corresponen a la zona d'utilització de la bomba amb el rendiment màxim dins del rang de caudal utilitzable. Aquest correspon a un caudal de 10 m³/h i una alçada manomètrica de 13 m.c.a.

Es recomana prendre un valor S de 8000.



Gràfica 4. Estudi NPSH

Font: Word Pumps 2010

$$n_s = \frac{\text{rpm} \sqrt{\text{gpm}}}{H^{3/4}} = \frac{2900 \sqrt{44}}{13^{3/4}} = 2809.75$$

On:

rpm → revolucions del motor → 2900 rpm

gpm → cabal en galons per minut → 44 gpm

H → alçada bomba → 13 m

$$\sigma = \frac{NPSH_R}{H} \rightarrow = 0.2 = \frac{NPSH_R}{13} \rightarrow NPSH_R = 2.6$$

$$NPSH_D > NPSH_R \cdot 1.3 \rightarrow 6 > 3.38$$

Resultat:

S'utilitzarà la bomba Prinze PP110T amb vàlvula de papallona a la impulsió per al control del cabal.

A.6.3. Bomba de fangs

A partir de les proves realitzades sobre la producció de fangs s'ha conegut que el volum de fangs produïts cada hora es de 1.25 m³/h. La pressió a la que han d'enviar-se els fangs al filtre premsa és de 6 Bar per tal d'aconseguir un nivell de sequedat adequat.

Sota aquestes dues premisses s'ha escollit per a aquesta tasca, una bomba pneumàtica ja que, aquest tipus de bombes tenen la capacitat de bombejar cabals molt petits a pressions molt elevades i a l'hora tenen un gran versatilitat.

Dimensionament:

Cabal requerit: 1.25 – 2 m³/h

Les pèrdues de càrrega van associades a la canonada i els seus elements (Fig. 17) en funció del cabal. L'energia que haurà d'aportar la bomba al fluid ve determinada per l'equació 11. Per tal de conèixer la pèrdua de càrrega que hi ha a la instal·lació, s'han utilitzat els principis de la equació de Darcy-Weisbach. Les dades es troben a la taula 17.

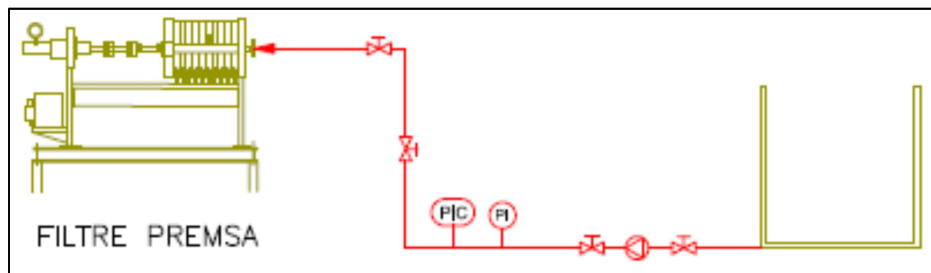


Figura 17. Esquema instal·lació bombeig fangs

$$H_m = H_r + E_b - E_a \quad (\text{Eq.11})$$

On:

$$H_r = \lambda \cdot \frac{L + L_{eq}}{D^5} \cdot \frac{8}{\pi^2 \cdot g} \cdot Q^2$$

$$E_b = H_b + \text{Pressió filtre premsa} = 3.2 \text{ m.c.a.} + 62 \text{ m.c.a.}$$

$$E_a = 0.7 \text{ m.c.a.}$$

Les canonades són de PVC-U amb una rugositat absoluta de 0.0015 mm.

L'aigua té una viscositat cinemàtica de l'aigua d' $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Pèrdues de càrrega instal·lació			
Descripció	Unitats	Pèrdua/unitària	Total
Colze 90° DN25	3	2	6
Colze 90° DN50	8	2.5	20
Reducció	2	0.75	1.5
Vàlvula bola DN50	2	0.35	0.7

Vàlvula bola DN25	2	0.35	0.7
Can. Ø63	5	-	-
Can. Ø32	0.3	-	-
Total			28.9

Taula 17. Pèrdua de càrrega equips

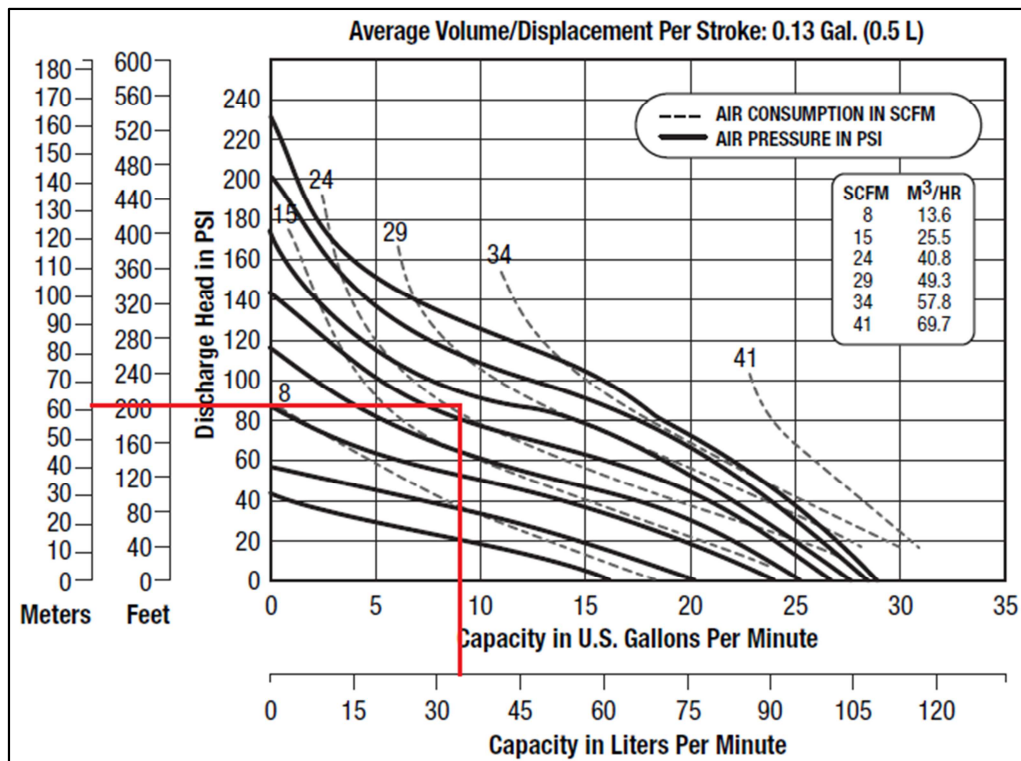
La pèrdua de càrrega a 2 m³/h equival a:

$$H_r = 0.27 \text{ m.c.a.}$$

Finalment:

$$H_m = H_r + E_b - E_a = 0.27 + 3.2 + 62 - 0.7 = 64.77 \text{ m.c.a.}$$

A partir del caudal i de l'alçada que ha de proporcionar la bomba es pot dimensionar utilitzant la gràfica 5 proporcionada pel fabricant:



Gràfica 5. Funcionament bomba N25

Resultat:

La bomba escollida per al bombeig dels fangs és la Versamatic N25 ja que compleix sobradament les necessitats requerides.

Requeriments de la bomba:

- Pressió aire a subministrar: 85 p.s.i. = 5.86 Bar
- Caudal d'aire a subministrar: 24.5 SCFM = 41.65 m³/h

A.6.4. Bomba de calç

La quantitat de calç que ha d'afegir-se als fangs correspon al 10% en volum de la quantitat de fangs. La calça s'afegeix en forma d'una dissolució d'aigua i calç al 5%.

La finalitat és millorar la permeabilitat del fang un cop es troba a l'interior del filtre premsa.

Dimensionament

Caudal requerit: 62.5 l/h

L'energia que haurà d'aportar la bomba al fluid ve determinada per l'equació 12.

Les pèrdues de càrrega van associades a la canonada i els seus elements (Fig. 18) en funció del caudal. Per tal de conèixer la pèrdua de càrrega que hi ha a la instal·lació, s'han utilitzat els principis de la equació de Darcy-Weisbach. Les dades es troben a la taula 18.

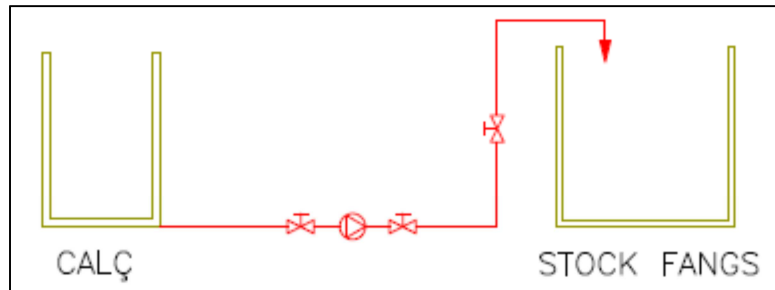


Figura 18. Esquema instal·lació calç

$$H_m = E_b + H_r - E_a \quad (\text{Eq. 12})$$

On:

$$E_b = 1.7 \text{ m.c.a.}$$

$$H_r = \lambda \cdot \frac{L + L_{eq}}{D^5} \cdot \frac{8}{\pi^2 \cdot g} \cdot Q^2$$

$$E_a = 0.7 \text{ m.c.a.}$$

Les canonades són de PVC-U amb un rugositat absoluta de 0.0015 mm.

L'aigua té una viscositat cinemàtica d' $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Pèrdues de càrrega instal·lació			
Descripció	Unitats	Pèrdua/unitària	Total
Colze 90° DN25	6	2	12
Vàlvula bola DN25	3	0.35	1.05
Reducció	1	0.75	0.75
Can. Ø32	2.65	-	-
Total			13.8

Taula 18. Pèrdua de càrrega equips

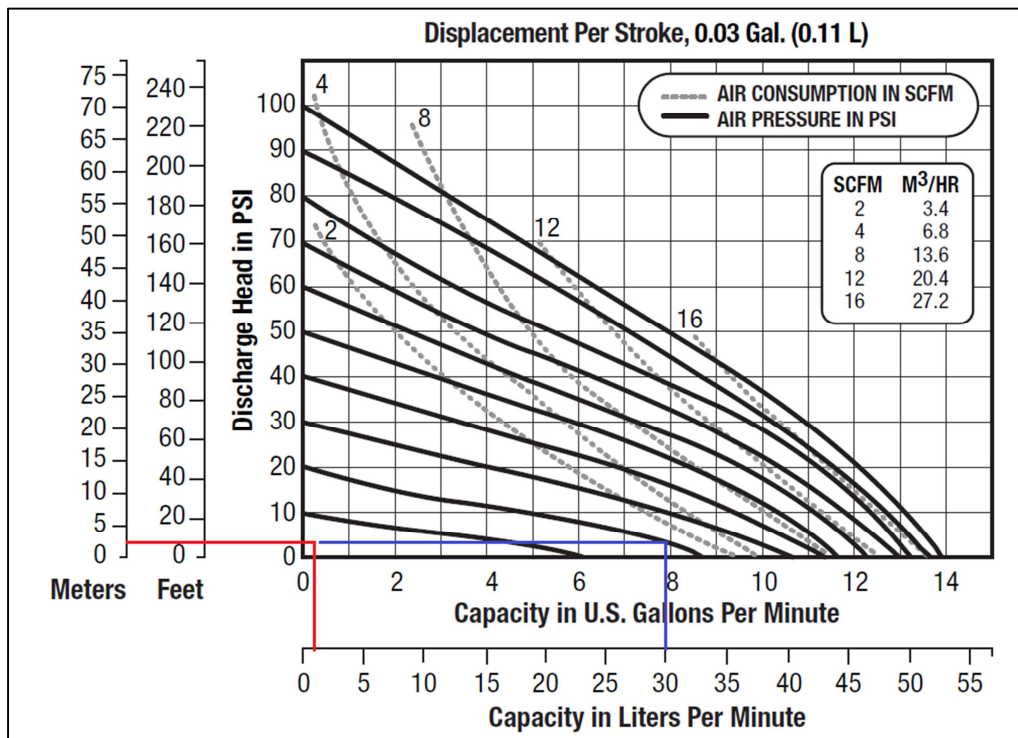
La pèrdua de càrrega a 0.125 m³/h equival a:

$$H_r = 2 \text{ m.c.a.}$$

Finalment:

$$H_m = E_b + H_r - E_a = 1.7 + 2 - 0.7 = 3 \text{ m.c.a.}$$

A partir del caudal i de l'alçada que ha de proporcionar la bomba es pot dimensionar utilitzant la gràfica 6 proporcionada pel fabricant:



Gràfica 6. Funcionament bomba E5

Resultat:

La bomba escollida per al bombeig de la calç és la Versamatic E5 ja que compleix sobradament les necessitats requerides.

Per altra banda, la bomba haurà d'utilitzar-se amb altres cabals ja que, proporcionar una pressió tant petita i un cabal d'aire tant reduït és complicat.

Es proposa fer treballar la bomba durant 2 minuts cada hora proporcionant un cabal de 30 l/min.

Requeriments de la bomba:

Caudal 1 l/min

- Pressió aire a subministrar: 5 p.s.i. = 0.34 Bar
- Caudal d'aire a subministrar: 0.25 SCFM = 0.425 m³/h

Caudal 30 l/min

- Pressió aire a subministrar: 5 p.s.i. = 0.34 Bar
- Caudal d'aire a subministrar: 1.75 SCFM = 3 m³/h

A.6.5. Agitadors

Els agitadors s'utilitzen per aconseguir barreges homogènies entre líquids o líquid-sòlid. En aquest projecte s'utilitzen dos tipus d'agitadors:

- Ràpids: alta velocitat de gir creant grans turbulències que assegurin una correcta homogeneïtzació. Els processos on s'utilitzen els agitadors ràpids són el control de pH, coagulació, reducció del crom, fangs i calç.
- Lents: baixa velocitat de gir amb poca turbulència, per aconseguir una correcta homogeneïtzació requereix major temps d'agitació. S'utilitza en la floculació per aconseguir barrejar el polielectròlit sense trencar els flòculs de contaminant ja creats.

A.6.5.1. Ràpids

A partir de la informació extreta del “Manual técnico del agua. Degremont” per a una correcta execució del procés de mesclat de productes químics i del procés de coagulació, en particular, es requereix d'un certa aportació d'energia per part de l'agitador al fluid.

- Gradient de velocitat: 100 – 1000 s⁻¹
- L'agitador escollit es el model Prinze HD0703P05

Càlculs:

$$\text{Gradient de vel. (G)} = \sqrt{\frac{P}{\mu \cdot V}} \quad (\text{Eq. 13})$$

On:

$$P (\text{Pot. Transmesa al fluid}) = k \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D^5$$

- k → coef. mescla de Rushton → 0.32
- ρ → densitat fluid → 1000 Kg/m³
- n → velocitat de gir → 25 rps
- D → diàmetre agitador → 0.2 m

$$\mu (\text{viscositat dinàmica}) = 1.307 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s} / \text{m}^2$$

$$V (\text{volum dipòsit}) = 2.5 \text{ m}^3$$

$$P = 0.32 \cdot 1000 \cdot 25^3 \cdot 0.2^5 = 1600 \text{ W}$$

$$\text{Gradient de vel. (G)} = \sqrt{\frac{1600}{1.307 \cdot 10^{-3} \cdot 2.5}} = 700 \text{ s}^{-1}$$

Resultat:

L'agitador Prinze HD0703P05 complirà perfectament la seva funció ja que aporta un gradient de velocitat o esforç tallant entre 100 – 1000, tal i com es requereix per a la seva tasca.

A.6.5.2. Lents

A partir de la informació extreta del “Manual técnico del agua. Degremont” per a un correcte execució del procés de mesclat del polielectròlit en el procés de floculació es requereix d'un certa aportació d'energia per part de l'agitador al fluid.

- Gradient de velocitat: 20 – 50 s⁻¹
- L'agitador escollit es el model Prinze HAT0603R03

Càlculs:

$$\text{Gradient de vel. (G)} = \sqrt{\frac{P}{\mu \cdot V}}$$

On:

$$P \text{ (Pot. Transmesa al fluid)} = k \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D^5$$

- k → coef. mescla de Rushton → 0.32
- ρ → densitat fluid → 1000 Kg/m³
- n → velocitat de gir → 2.5 rps
- D → diàmetre agitador → 0.2 m

$$\mu \text{ (viscositat dinàmica)} = 1.307 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s} / \text{m}^2$$

$$V \text{ (volum dipòsit)} = 2.5 \text{ m}^3$$

$$P = 0.32 \cdot 1000 \cdot 2.5^3 \cdot 0.2^5 = 1.6 \text{ W}$$

$$\text{Gradient de vel. (G)} = \sqrt{\frac{1.6}{1.307 \cdot 10^{-3} \cdot 2.5}} = 22 \text{ s}^{-1}$$

Resultat:

L'agitador Prinze HAT0603R03 complirà perfectament la seva funció ja que aporta un gradient de velocitat o esforç tallant entre 20 – 50, tal i com es requereix per a la seva tasca.

A.6.6. Bombes dosificadores

Les bombes dosificadores s'escullen a partir del cabal de líquid que han de transportar. A partir dels resultats de l'annex A.4. Reaccions químiques, es dimensionen les bombes. Aquest tipus de bombes poden treballar a 120 o a 40 impulsos per minut.

Les bombes seleccionades es troben a la taula 19.

Procés	Bomba	Cabal requerit (l/h)	Cabal aportació (l/h)
Reducció pH	Prinze AKL 600	0.58*	0.625
Reducció Cr	Prinze AKL 600	2.14*	2.5
Augment pH	Prinze AKL 600	2.1*	2.5
Coagulació	Prinze AKL 600	0.022**	0.625
Floculació	Prinze AKL 600	2.6	3

Taula 19. Bombes dosificadores

*. Les bombes estan regulades per sensors de pH i de redox.

**.. Es reparteix el temps de funcionament a 2 min per cada hora.

A.7. Filtre premsa

Per al dimensionament del filtre premsa, cal conèixer el volum de fangs que han de tractar-se. A partir de les recomanacions dels experts de l'empresa Clever Filtración, especialistes en filtres premsa, es considera experimentalment que el filtre genera un tortó amb un 70% d'aigua.

A partir de les dades extretes de l'experiment realitzat per caracteritzar els fangs s'han extret els següents resultat:

$$0.9575 \text{ g/l} \cdot 5000 \text{ l/h} \cdot 24 \text{ h/dia} = 114900 \text{ g/dia}$$

$$\frac{114900 \text{ g/dia}}{1600 \text{ g/l}} = 71.8 \text{ l/dia fang sec}$$

$$\frac{71.8 \text{ l/dia}}{0.3 \text{ l fang sec / l fang humit}} = 239.3 \text{ l/dia fang humit}$$

Es considera que la planta treballa 24 hores diàries. El procés de filtració té una durada aproximada de 5h. D'aquesta manera es poden realitzar entre 4-5 filtracions per dia. Considerem que es realitzen 2 filtracions diàries per aconseguir suficient marge de maniobra en cas de que no es poguessin realitzar les 4-5 filtracions diàries.

$$\text{Volum de fangs a tractar} = \frac{239.3}{2} = 119.65 \text{ l/filtració}$$

Les plaques que contenen la tela filtrant tenen diverses mides i volums interiors.

Utilitzem plaques de 630 x 630 mm, amb un volum de 75 l per cada 10 plaques.

$$\text{N}^{\circ} \text{ de plaques} = \frac{119.65}{75} = 1.59 = 16 \text{ plaques}$$

Resultat:

S'utilitzarà un filtre premsa de tancament manual, amb 16 plaques de 630 x 630 mm. En cas de necessitat, es pot augmentar el nombre de plaques fins a 25.

El model de filtre és MSM-630-A-16/25-16 de la casa CLEVER FILTRACIÓN.


ANNEX B. INFORMACIÓ TÈCNICA

B.1. Dipòsits de reactius

5

Dosificador

Tank for Metering Stations



Características

- **Polietileno lineal aditivado anti-UV.** Calidad alimentaría (registro sanitario)
- Color standard natural translúcido.
- Todos **disponen de tapa** roscada e indicaciones de nivel de líquido.
- Tabla de **compatibilidades químicas** disponibles,
- **Otros colores** bajo pedido.
- Zona superior reforzada mediante nervio que le confiere gran rigidez para el **montaje de agitadores y bombas** dosificadores.
- Entrantes verticales para **mejorar la mezcla.**

Characteristics

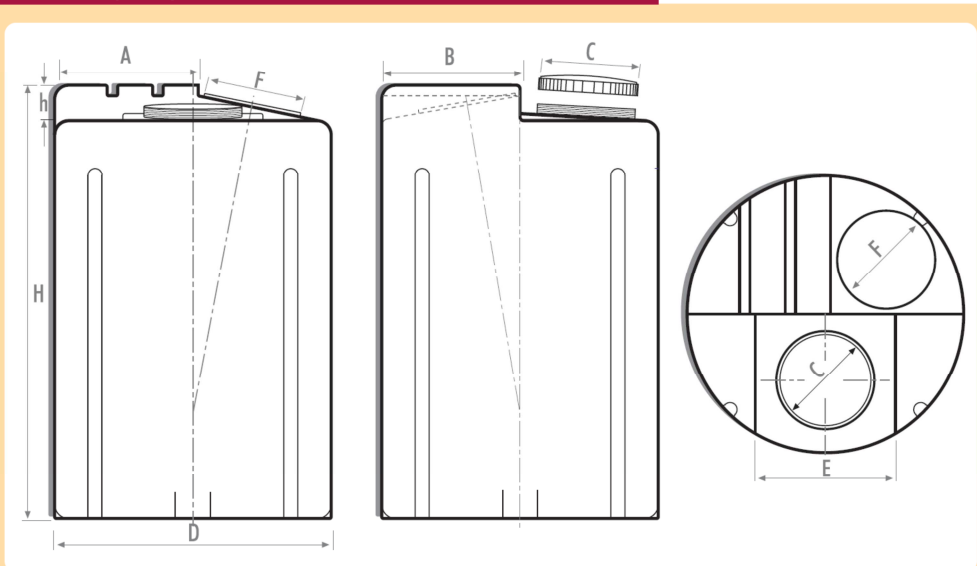
- **Linear polyethylene with UV stabilizers.** Food contact approval.
- Natural color standard, **translucent.**
- **All have a screw lid** and liquid level indication.
- Table available with **compatible chemicals**, other colors on order.
- Top part strengthened with rib that gives enhanced stiffness for agitator assemblies and dosage pumps.
- Vertical inlets to improve mixture.

5

FICHA TÉCNICA
Dosificador

TECHNICAL SHEET
Tank for Metering Stations

▶ Esquema y cotas / Scheme & Measurements



▶ Modelos / Models

CAPACIDAD Capacity	D (mm)	H (mm)	h (mm)	A (mm)	B (mm)	E (mm)	F (mm)	C (mm)	REFERENCIA Reference
50 L.	376	680	180	-	180	-	-	150	310050
100 L.	474	646	25	-	-	-	-	150	310100
230 L.	575	950	80	325	288	300	200	220	310230
580 L.	790	1255	100	410	395	40	280	275	310580
1050 L.	995	1470	100	515	498	400	400	275	311050

i Consultar con el departamento comercial para otras características técnicas, capacidades y tamaños.
Contact our sales department for other capacities and technical information.

La empresa se reserva el derecho a realizar los cambios que considere oportunos sobre los modelos y medidas expuestos en este catálogo sin previo aviso ni perjuicio alguno.

B.2. Sensors de pH i Redox

ACCESORIOS DOSIFICACIÓN

SONDAS

TIPO	MODELO	Rango	Temperatura máxima	Presión máxima	Conexiones	Diámetro	Longitud
REDOX	SRH-1-S6	±2000 mV	60 °C	7 bar	Cable 6 m+BNC	12	120
PH	SRH-1-S6	0...14 pH	60 °C	7 bar	Cable 6 m+BNC	12	120
Conductividad	CK-1-PT	1µS.20mS	120 °C	7 bar	Cable 6 m	12	120



SOLUCIONES DE CALIBRACIÓN

TIPO	MODELO	VALOR	CANTIDAD
REDOX	ST-MV-465	465 Mv	50 ml
PH	ST-ph-4	4,00 ph	50 ml
PH	ST-ph-7	7,00 ph	50 ml
PH	ST-ph-9	9,00 ph	50 ml
Conductividad	ST-MS-14	1423µS	500 ml



PORTASONDAS

MODELO	Material	Montaje	Temperatura máxima	Presión máxima	Conexiones
PSS3	PP	En línea	80 °C	7 bar	Rosca 1/2"
PSS7	PVC+Vaso transparente	Fuera de línea	40 °C	6 bar	



B.3. Bombes dosificadores

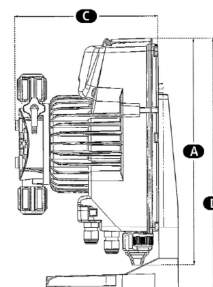
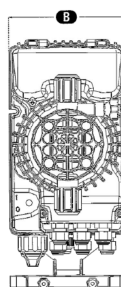
SERIE AKE/L
BOMBAS DOSIFICADORAS ELECTROMAGNÉTICAS

- Grado de protección IP65.
- Bombas dosificadoras analógicas de caudal constante.
- Ajustable manualmente mediante potenciómetro en panel frontal.
- Posibilidad de dividir entre 160 la frecuencia máxima de dosificación, pueden trabajar a 160 impulsos por minuto o a 40 impulsos por minuto.
- Kit de instalación incluido.
- Cabezal en PVC para AKE y en PVDF el resto.
- Alimentación: 230 V 50-60Hz
- Entrada para sonda de nivel en modelos AKE (sonda no incluida)



MODELO	Presión bar	Caudal l/h	Frecuencia máx. imp/min	Capacidad por impulso cc/imp	Conexiones IN/OUT mm	Consumo W
AKL 600	20	2,5	120	0,35	4 / 6 suc.	12,0
	18	3		0,41	4 / 7 dis.	
AKE 603 AKL 603	12	4	160	0,42	4 / 6	12,2
	10	5		0,52		
	8	6		0,63		
	2	8		0,83		
AKL 800	12	7	320	0,36	4 / 6	23,9
	10	10		0,52		
	5	15		0,78		
	1	18		0,94		
AKL 803	5	20	300	1,11	8 / 12	22,2
	4	25		1,39		
	2	40		2,22		
	1	54		3		

MODELO	A (alto mm)	B (ancho mm)	C (prof. mm)	D (alto máx. mm)
AKL 600	231	119	145	257
AKL 603				
AKL 800				
AKL 803			149	



B.4. Agitadors

AGITADORES

SERIE HD/HAT

Agitadores para mezcla y homogeneización, de velocidad rápida con motor directo serie HD, y con reductor de velocidad serie HAT.

Amarre por pinza serie HD y por brida circular serie HAT.

Eje y hélice en acero AISI 316 o revestidos en polietileno.

Posibilidad de fabricar en otros materiales.

Bajo demanda con motores neumáticos, antiexplosivos o antideflagrantes, etc. Consultar para aplicaciones en tanques cerrados con presión, temperatura, etc.

APLICACIONES

Mezcla y homogeneización en depósitos de hasta 3 m³ serie HD y 4 m³ serie HAT.

Productos no viscosos HD y viscosidad máxima 1.000 cps. HAT

Máxima longitud del eje 1.500 mm.

Los modelos HD no pueden funcionar en vacío, mientras que para los modelos HAT, se recomienda evitar el funcionamiento en vacío.

Motor trifásico a 230/400 V.



MODELO	VOLUMEN m ³	kW	rpm	Ø hélice mm
HD0102P02	0,5	0,18	1000	128
HD0303P02	0,5 - 1	0,37	1500	128
HD0503P03	1 - 1,5	0,75	1500	140
HD0603P04	1,5 - 2	1,1	1500	160
HD0703P05	2 - 3	1,5	1500	200
HAT0103R01	0,5	0,18	315	200
HAT0303R25	0,5 - 1	0,37	315	250
HAT0503R02	1 - 2	0,75	315	300
HAT0603R03	2 - 3	1,1	315	350
HAT0803R04	3 - 4	2,2	315	350

En esta tabla se indican los montajes más frecuentes.
Para otros diferentes consultar.

B.5. Bomba pou bombeig

SERIE PP ELECTROBOMBAS EN POLIPROPILENO

PRESTACIONES

Altura hasta 35 m.
Caudal hasta 916 l/min (55 m³/h)

LÍMITES DE UTILIZACIÓN

Altura de aspiración 6 m.
Temperatura del líquido hasta +60 °C

CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO E INSTALACIÓN

Electrobombas centrífugas monobloc, construidas en polipropileno para trasiego de ácidos y líquidos corrosivos.

CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN

CUERPO, RODETE Y SOPORTE: En Polipropileno

CARCASA MOTOR: Aluminio

CASQUILLO: Cerámica

SELLO MECÁNICO: Retén en vitón

MOTOR ELÉCTRICO: Asíncrono, con ventilación externa, apto para el funcionamiento continuo, aislamiento clase F, con protector térmico incorporado en los monofásicos y protección IP55 a 2.900 rpm. Los trifásicos deberán estar protegidos con un guardamotor adecuado.



NO DEBEN TRABAJAR EN SECO.

MODELO		Potencia		Q m³/h	3	6	10	15	20	25	30	40	45	50	55	
Monofásicas 230 V	Trifásicas 230/400 V	kW	CV	l/min.	50	100	166,6	250	333,3	416,6	500	666,66	750	833,3	916,6	
PP95M	PP95T	0,55	0,75	H mts	10	3										
	PP110T	1,5	2		15	14	13	10	7	5						
	PP130T	2,2	3		17	16	15	12	9	7	5					
	PP140T	3	4		22	22	20	18	15	13	10	5				
	PP160T	7,5	10		34	33,5	33	32	31	30	29	27	25	15	5	

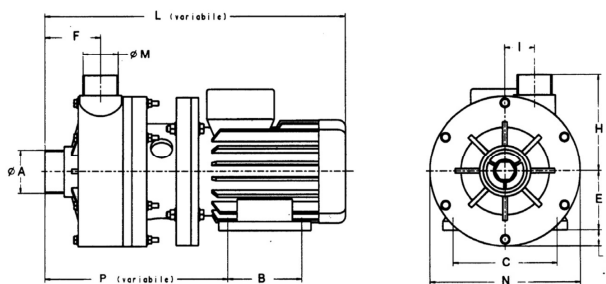


TABLA DE DIMENSIONES Y PESOS

MODELO	Ø A	Ø M	DIMENSIONES (mm)										kg
			L	D	E	F	H	I	C	B	N		
PP95	1 1/2" f	1" f	325	-	71	49	70	-	112	90	140	10	
PP110	2" m	1 1/2" f	456	10	90	75	130	40	140	100	203	20	
PP130	2" m	1 1/2" f	468	10	90	75	130	40	140	125	203	23	
PP140	2" m	1 1/2" f	505	2	100	75	130	40	160	140	203	32	
PP160	2 1/2" f	2" m	529	12	112	67,5	153	97	190	140	274	40	

B.6. Bomba de fangs

N25 1" Full Flow High Pressure Pumps Specifications and Performance

SPECIFICATIONS N25

FLOW RATE (Adjustable) 0-30 gpm (125 lpm)

PORT SIZE

Inlet and Outlet 1.0" NPTF

AIR INLET 0.50" NPTF

AIR EXHAUST 0.375" BSP

SUCTION LIFT ... 20' Dry/25' Wet (6.09m/7.62m)

MAX. PARTICLE SIZE (Diameter) 0.125"(3mm)

SHIPPING WEIGHT

Aluminum 88 lbs (40 kg)

Stainless Steel 110 lbs (50 kg)

PERFORMANCE Determined by actual flow meter tests. N25

Average Volume/Displacement Per Stroke: 0.13 Gal. (0.5 L)

SCFM	M ³ /HR
8	13.6
15	25.5
24	40.8
29	49.3
34	57.8
41	69.7

CAUTION: Do not exceed 100 psig (6.9 bars) air supply or liquid pressure. ??????????

DIMENSIONS Consult factory for certified drawings. N25

inches [mm]

VERSA-MATIC® PUMP COMPANY • 6017 Enterprise Drive • Export, PA 15632-8969 • (724) 327-7867 • Fax: (724) 327-4300 • www.versamatic.com

B.7. Bomba de calç

E5 1/2" Plastic Bolted Pumps Specifications and Performance

SPECIFICATIONS E5

FLOW RATE (Adjustable) 0-14 gpm (53 lpm)
PORT SIZE
 Inlet and Outlet..... 0.50" NPT
AIR INLET..... 0.375" NPT
AIR EXHAUST..... 0.375" NPT
SUCTION LIFT.. 15' Dry/25' Wet (6.096m/7.62m)
 Teflon®..... 5' Dry/10' Wet (1.52m/3.048m)
MAX. PARTICLE SIZE (Dia.)0.0625"(1.6mm)
SHIPPING WEIGHTS
 Polypropylene 10 lbs (4.54 kg)
 Kynar® 10 lbs (4.54 kg)
 Teflon® 12 lbs (5.45 kg)

PERFORMANCE E5

Determined by actual flow meter tests.

Displacement Per Stroke, 0.03 Gal. (0.11 L)

SCFM	M ³ /HR
2	3.4
4	6.8
8	13.6
12	20.4
16	27.2

CAUTION: Do not exceed 100 psig (6.9 bars) air supply or liquid pressure.

DIMENSIONS E5

Consult factory for certified drawings.

VERSA-MATIC® PUMP COMPANY • 6017 Enterprise Drive • Export, PA 15632-8969 • (724) 327-7867 • Fax: (724) 327-4300 • www.versamatic.com

B.8. Sedimentador

The Johnson Lamella separator — compact, robust, efficient

The Johnson Lamella separator occupies as little as one-tenth of the space required by the equivalent settling pond.

The Johnson Lamella separator is the world leader in sedimentation technology. Its success is due to a number of factors, mainly the unique, patented flow control system, which represents a breakthrough in modern plate separator design and has contributed significantly to the excellent reliability and efficiency of the Johnson unit.

Operating results recorded over the years provide the information on which we base our design, ensuring the correct choice of equipment. If the data base does not contain information on a specific application, the operating conditions are simulated in the laboratory or tested with the aid of pilot equipment.

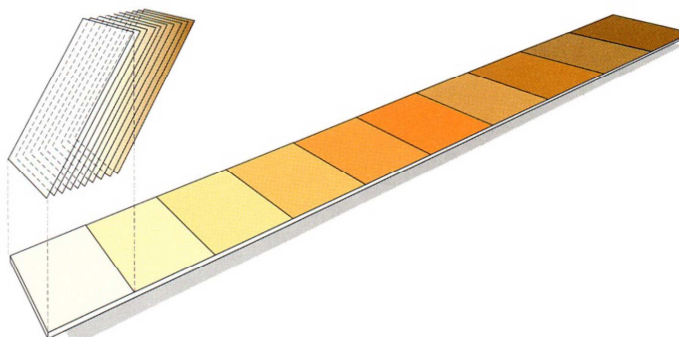
Compact design is assured by accurate sizing. The space requirement may be reduced by as much as 90% compared with a settling pond. With a Johnson separator, every square metre of floor or ground area provides up to 10 m² of set-



THE JOHNSON LAMELLA SEPARATOR.

ling area, which can be utilised to achieve a high degree of purification even when space is limited, or to increase the capacity of an existing plant.

The Johnson Lamella separator is supplied as a complete, easy-to-install unit, reducing installation costs to a minimum. Wear and tear is practically negligible (the unit contains only a few moving parts), minimizing operating and maintenance costs.



The Johnson Lamella separator – principle of operation

The liquid containing the solids to be separated enters the unit through the inlet pipe and flows downward through the inlet chamber in the centre of the unit entering the plates through openings in the sides.

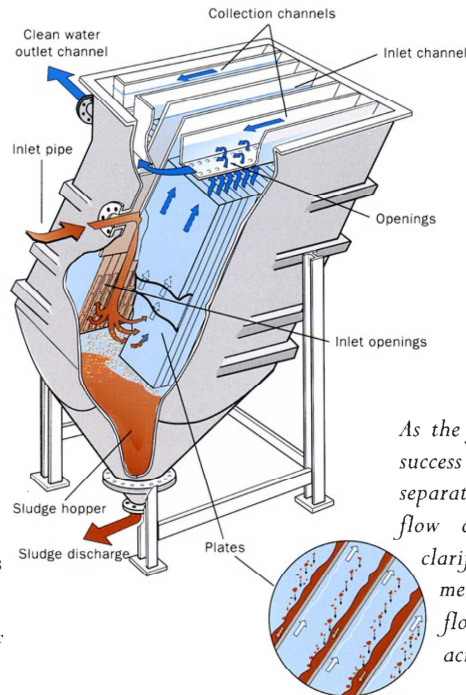
As the liquid flows upward, the solids settle on the inclined, parallel plates and slide into the sludge hopper at the bottom of the unit. In the hopper, the sludge is thickened prior to discharge through the sludge outlet.

The clarified liquid leaves the plate assembly through openings at the top and is discharged into collection channels leading to the clarified water outlet.

The openings at the top of the plate assembly are designed to create a pressure drop across the collection channels, ensuring that the flow is distributed uniformly between the plates and that the full area is utilised. This is the patented flow control feature.

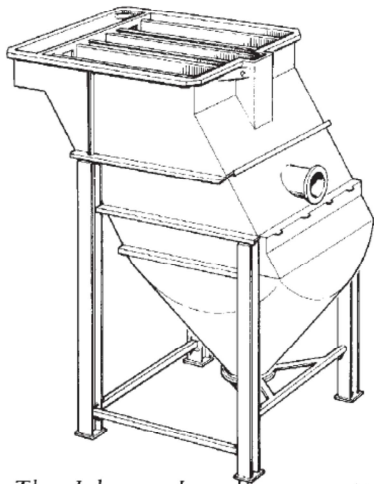
The operational reliability of the separator is increased by using the clarified liquid as the flow control medium, making the unit less sensitive to flow variations and reducing the risk of fouling.

Allowing the feed to enter the plate assembly from the side, rather than from underneath, eliminates the risk of disturbing previously settled material.



As the feature which assured the success of the Johnson Lamella separator, the unique, patented flow control system uses the clarified liquid as the control medium, ensuring that the flow is distributed uniformly across the plate assembly.

The Johnson Lamella separator – applications



The Johnson Lamella separator comprises part of many advanced public and industrial water and effluent treatment systems

The Johnson Lamella separator is part of a range of advanced water and effluent treatment equipment. Including the DynaSand filter, as well as separators and ancillaries, the range covers most industrial and public water and effluent treatment applications.

Typical applications of the Johnson Lamella separator include effluent treatment in the pulp and paper industry, industrial and public water treatment systems, biological purification processes, wash water recirculation systems (for example, in potato and root crop processing), and the treatment of wet scrubber and slaking effluents in the power industry.

Other common applications include clarification and thickening processes in the chemicals, mining and mineral industries, the treatment of effluents in metal finishing, and iron and steel plants.

In many instances, the plate separator is also used to clarify the wash water from a DynaSand filter.



SLUDGE THICKENING AND RECIRCULATION IN AN ANAEROBIC BIOGAS PROCESS.

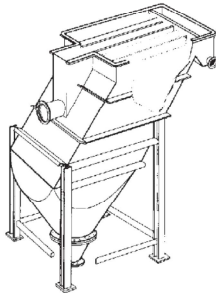


RESTORATION OF A HEAVILY CONTAMINATED INLAND LAKE.

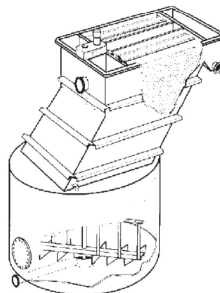


THE JOHNSON LAMELLA SEPARATOR AND DYNASAND FILTER – A COMPLETE RANGE OF WATER AND EFFLUENT TREATMENT PRODUCTS.

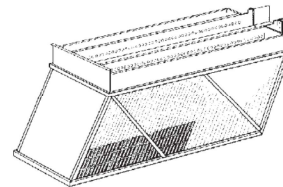
The Johnson Lamella separator – standard range



MODEL LS PLATE SEPARATOR.



MODEL LT PLATE SEPARATOR.



MODEL LP PLATE PACK ASSEMBLY.

The Johnson Lamella separator is available in three different basic versions (which comprise the standard range) and in special versions for particular applications.

Since finished CAD production drawings are available for standard separators, these units can be supplied more quickly and at lower cost, while the choice of equipment is also facilitated by the existence of a considerable quantity of operating data from earlier contracts. The separators are manufactured in various grades of steel and in plastic.

The LS has a conical sludge hopper and can be equipped with a sludge discharge scraper. Designed for flows of up to 180 m³/h, the model provides 25 to 120 m² of settling area and requires a floor area of 1.5 x 3.0 m to 2.9 x 4.4 m.

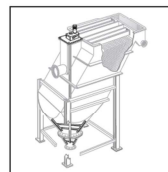
The LT is a combined separator and sludge thickening unit designed specifically for liquids with high sludge contents and for applications in which the dry solids content of

the sludge must be maximized. For this purpose, the model is provided with a sludge thickener, equipped with a discharge scraper, underneath the plate assembly. The LT is designed for flows of up to 150 m³/h (settling area 15-100 m²) and occupies a floor area of 1.8 x 3.0 m to 3.2 x 4.4 m.

Like the LT, the LS can be equipped with a flocculation tank upstream of the separator inlet. The flocculant is added in a separate mixing compartment and the liquid is then agitated, forming larger flocs which are easier to remove in the plate separator.

The LP is a plate pack assembly design for installation in either a concrete or steel tank. The pack can also be installed in an existing settling pond to increase its capacity. The largest standard pack is designed for flows of up to 300 m³/h. The settling area is 190 m² and the overall dimensions are 10.1 x 1.1 x 2.6 m. A number of standard packs can be combined in a single enclosure.

The availability of finished CAD production drawings for the standard range of plate separators ensures faster delivery at lower cost.



THE LS CAN BE EQUIPPED WITH A SLUDGE DISCHARGE SCRAPER.



BOTH THE LT (ILLUSTRATED) AND LS CAN BE EQUIPPED WITH A FLOCCULATION TANK.

Johnson Lamella separator

Technical data sheet
LS-MS/PVC.E.06/92

Standard Lamella separator, type LS

Tank material:	MS	Painting:	Blast cleaning to SA 2,5
Plates	PVC		Internally SSG 1005 GØTD 300
Plate spacers	PVC		(Epoxy system)
Flumes	PP		Ext. colour: Light blue G 844

Tank:		LS 25	LS 40	LS 60	LS 100	LS 120
Name:						
Area/ 50 mm space:	m ²	25	40	60	100	120
Transport weight:	kg	1500	2200	2500	5000	6000
Weight in operation:	kg	6500	9500	14000	26000	30000
Hopper volume	m ³	0,7	1,8	3,5	6	6,7
Total volume	m ³	5,1	7,4	11	21	24
Dim. drwg		4-15719	3-15818	3-15819	3-15823	3-15820
Ass. drwg		1-15544	1-15638	1-15671	1-15738	1-15835


Projected settling area m ² :		LS 25	LS 40	LS 60	LS 100	LS 120
Spacer distance mm:	50	25	40	60	100	120
	60	21	33	50	83	100
	80	15	25	37	62	75
	100	12	20	30	50	60

Scraper:		MS	MS	MS	MS	MS
Mechanism matr.		MS	MS	MS	MS	MS
Drive	kW	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Voltage	V/Hz	380/50	380/50	380/50	380/50	380/50
Max. torque	Nm	1200	1200	1200	2000	3200
Speed:	rpm	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15


Flocculation tank		2	3	5	8,5	9
Volume	m ³	2	3	5	8,5	9
Weight in op. incl. LS:	kg	9100	13000	20000	36000	42500
Agitator	kW	0,15	0,15	0,15	0,15	0,25
Rapid mixer	kW	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Dim. drwg (incl. LS)		3-15692	3-15691	3-15701	3-15991	3-15833
Ass. drwg		1-15544	2-15637	2-15670	1-15737	2-15834

Model name, example: LS 120S/120-05 - F9S
LS 120S/100-06 - F9S


B.9. Àcid sulfúric (H₂SO₄) amb una riquesa del 70%


	VADEQUÍMICA	ESPECIFICACIÓN DE VENTA Código: 15370T-00/B02 Fecha Versión: 25.02.2011																																
Polígono Industrial Famades Crom, 14 08940 Cornellà de Llobregat - España Tel. +34 93 112 24 24 e-mail: sac@vadequimica.com																																		
Nombre del producto: ACIDO SULFURICO 70% BOMB. T25 HOMOL.																																		
Fórmula química: H ₂ SO ₄																																		
Aspecto: Líquido opalescente incoloro o blanquecino.																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><u>DESCRIPCIÓN CARACTERÍSTICA</u></th> <th style="text-align: center;"><u>UNIDAD</u></th> <th style="text-align: center;"><u>MÍNIMO</u></th> <th style="text-align: center;"><u>MÁXIMO</u></th> <th style="text-align: center;"><u>TÍPICO</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Riqueza</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">69,00</td> <td style="text-align: center;">71,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hierro</td> <td style="text-align: center;">ppm</td> <td></td> <td style="text-align: center;">50,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mercurio</td> <td style="text-align: center;">ppm</td> <td></td> <td style="text-align: center;">3,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Plomo</td> <td style="text-align: center;">ppm</td> <td></td> <td style="text-align: center;">1,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SO₂</td> <td style="text-align: center;">ppm</td> <td></td> <td style="text-align: center;">50,0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					<u>DESCRIPCIÓN CARACTERÍSTICA</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>MÍNIMO</u>	<u>MÁXIMO</u>	<u>TÍPICO</u>	Riqueza	%	69,00	71,00		Hierro	ppm		50,00		Mercurio	ppm		3,00		Plomo	ppm		1,00		SO ₂	ppm		50,0	
<u>DESCRIPCIÓN CARACTERÍSTICA</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>MÍNIMO</u>	<u>MÁXIMO</u>	<u>TÍPICO</u>																														
Riqueza	%	69,00	71,00																															
Hierro	ppm		50,00																															
Mercurio	ppm		3,00																															
Plomo	ppm		1,00																															
SO ₂	ppm		50,0																															

B.10. Bisulfit sòdic (NaHSO_3) amb una riquesa del 35%

	VADEQUÍMICA	ESPECIFICACIÓN DE VENTA Código: 17735T-00/B02 Fecha Versión: 25.02.2011																	
Polígono Industrial Famades Crom, 14 08940 Cornellà de Llobregat - España Tel. +34 93 112 24 24 e-mail: sac@vadequimica.com																			
Nombre del producto: BISULFITO SODICO 35% BOMB. T25 HOMOL.																			
Fórmula química: NaHSO_3																			
Aspecto: Líquido transparente ligeramente amarillo.																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><u>DESCRIPCIÓN CARACTERÍSTICA</u></th> <th style="text-align: center;"><u>UNIDAD</u></th> <th style="text-align: center;"><u>MÍNIMO</u></th> <th style="text-align: center;"><u>MÁXIMO</u></th> <th style="text-align: center;"><u>TÍPICO</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Riqueza</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">34,00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Anhídrido sulfuroso</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">20,9000</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					<u>DESCRIPCIÓN CARACTERÍSTICA</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>MÍNIMO</u>	<u>MÁXIMO</u>	<u>TÍPICO</u>	Riqueza	%	34,00			Anhídrido sulfuroso	%	20,9000		
<u>DESCRIPCIÓN CARACTERÍSTICA</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>MÍNIMO</u>	<u>MÁXIMO</u>	<u>TÍPICO</u>															
Riqueza	%	34,00																	
Anhídrido sulfuroso	%	20,9000																	

B.11. Hidròxid de sodi (NaOH) amb una riquesa del 30%

	VADEQUÍMICA	ESPECIFICACIÓN DE VENTA Código: 27330T-00/B02 Fecha Versión: 25.02.2011																																
Polígono Industrial Famades Crom. 14 08940 Cornellà de Llobregat - España Tel. +34 93 112 24 24 e-mail: sac@vadequimica.com																																		
Nombre del producto: SOSA CAUSTICA 30% BOMB. T25 HOMOL.																																		
Fórmula química: NaOH																																		
Aspecto: Líquido denso incoloro y transparente.																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><u>DESCRIPCIÓN CARACTERÍSTICA</u></th> <th style="text-align: center;"><u>UNIDAD</u></th> <th style="text-align: center;"><u>MÍNIMO</u></th> <th style="text-align: center;"><u>MÁXIMO</u></th> <th style="text-align: center;"><u>TÍPICO</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Riqueza</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">29,00</td> <td style="text-align: center;">31,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Carbonato sódico</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,2000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cloruros</td> <td style="text-align: center;">ppm</td> <td></td> <td style="text-align: center;">100,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hierro</td> <td style="text-align: center;">ppm</td> <td></td> <td style="text-align: center;">5,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sulfatos</td> <td style="text-align: center;">ppm</td> <td></td> <td style="text-align: center;">100,000</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					<u>DESCRIPCIÓN CARACTERÍSTICA</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>MÍNIMO</u>	<u>MÁXIMO</u>	<u>TÍPICO</u>	Riqueza	%	29,00	31,00		Carbonato sódico	%		0,2000		Cloruros	ppm		100,00		Hierro	ppm		5,00		Sulfatos	ppm		100,000	
<u>DESCRIPCIÓN CARACTERÍSTICA</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>MÍNIMO</u>	<u>MÁXIMO</u>	<u>TÍPICO</u>																														
Riqueza	%	29,00	31,00																															
Carbonato sódico	%		0,2000																															
Cloruros	ppm		100,00																															
Hierro	ppm		5,00																															
Sulfatos	ppm		100,000																															

B.12. Sulfat d'alúmina ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) amb una riquesa del 7%


PROalum SAL-7

Sulfato de aluminio líquido al 7%

[$\text{Al}_2(\text{SO}_4)$ Hidratada]

Características:
Sulfato de aluminio líquido, de carácter ácido.

Ventajas:
Económico, no requiere de mezclado donde se requiera aplicar en forma directa, compatible con PROferric CFL-13 y cal química adicionados por separado, no aporta color aún en sobredosis, no causa problemas de disolución, no deja residuos tóxicos.


Aplicaciones:
Ampliamente usado en plantas potabilizadoras de agua, en industria de productos lácteos combinado con PROferric CFL-13, reducción de color en descargas de industria textil, reducción de metales pesados en forma conjunta con el PROferric CFL-1 y cal química.


Recomendaciones de uso:
Para el tratamiento de aguas residuales, antes de uso en planta determine mediante prueba de jarras la cantidad de **PROalum SAL-7** a usar: aplique de inicio en forma directa 0.5 ml a 1 lt de agua residual, si el agua no responde a esta cantidad, prosiga con dosificaciones mayores o sucesivas hasta alcanzar los resultados.
Para plantas potabilizadoras de baja carga prepare soluciones hasta de 0.5% en volumen, para medir carga de 1% y realice pruebas de jarras con esta solución.

Puntos de control:
Para una buena funcionalidad, mantener el pH en el rango de 5.0 a 7.5, aunque se puede encontrar en pruebas de jarras buen rendimiento a otros valores, dependiendo del tipo de agua.
Utilice floculante aniónico o catiónico previa pruebas de jarras.
Inyecte el sulfato de aluminio en el mejor punto de mezclado.

Uso en planta:
Para asegurar el rendimiento del **PROalum SAL-7**, se recomienda aforar con anticipación la bomba dosificadora con la misma solución a dosificar, no con agua, aplicar este procedimiento cuantas veces cambie de concentración de la solución, el aforo debe realizarlo en el punto de aplicación de **PROalum SAL-7**.
Durante el arranque de planta, adicione **PROalum SAL-7** por 4 minutos en el coagulador antes de que inicie la alimentación de agua a tratar, proceda de la misma manera con el floculante en el floculador.
En plantas de aguas residuales puede adicionar en un mismo coagulador tanto sulfato de aluminio, cloruro férrico y de cal química.
La dosificación de la solución de **PROalum SAL-7** se realizará en función de las pruebas de jarras y al influente de cantidad a dosificar:
(ml de **PROalum SAL-7**/Lt de agua)(Flujo de agua a tratar en Lt/min)

COMPOSICIÓN	
Sulfato de Aluminio Al_2O_3	20 - 24%
Contenido de Al_2O_3	7.0 - 8.0%
Hierro (Fe) total	0.1% Máximo






PROSISA

México
462 622 6058
ventas@prosipvs.com

España:
34 902 734 472
comercialeur@prosis.com

Jordania:
00962 79 5998186
yosef@prosis.com



www.prosis.com

B.13. Policlorur d'alumini (PAX-18) amb una riquesa del 18%

 VADEQUÍMICA		ESPECIFICACIÓN DE VENTA																	
Polígono Industrial Famades Crom, 14 08940 Cornellà de Llobregat - España Tel. +34 93 112 24 24 e-mail: sac@vadequimica.com		Código: 50218T-00/B01 Fecha Versión: 29.06.2011																	
Nombre del producto: BD DEPURAL 18 BOMB. T20 HOMOL																			
Fórmula química: Aln(OH)mCl3n-m																			
Aspecto: Sólido cristalino de color violeta claro.																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th><u>DESCRIPCIÓN CARACTERÍSTICA</u></th> <th><u>UNIDAD</u></th> <th><u>MÍNIMO</u></th> <th><u>MÁXIMO</u></th> <th><u>TÍPICO</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Basicidad relativa</td> <td>%</td> <td>38,0000</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Oxido de aluminio</td> <td>%</td> <td>16,5000</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					<u>DESCRIPCIÓN CARACTERÍSTICA</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>MÍNIMO</u>	<u>MÁXIMO</u>	<u>TÍPICO</u>	Basicidad relativa	%	38,0000			Oxido de aluminio	%	16,5000		
<u>DESCRIPCIÓN CARACTERÍSTICA</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>MÍNIMO</u>	<u>MÁXIMO</u>	<u>TÍPICO</u>															
Basicidad relativa	%	38,0000																	
Oxido de aluminio	%	16,5000																	

B.14. SIKA FerroGard 901

Construcción	Sika® FerroGard®-901	
	Inhibidor de corrosión para mezclas de hormigón	
	Descripción del Producto	Sika® FerroGard®-901 es un aditivo líquido para hormigón basado en nuestra tecnología Sika® FerroGard® para hormigón armado. Actúa como inhibidor de corrosión para armaduras embebidas en hormigón y mortero. Utilizando el Sika® FerroGard®-901, las expectativas de vida de partes expuestas de la estructura se incrementarán sustancialmente.
	Usos	Sika® FerroGard®-901 está especialmente indicado para el hormigón armado con riesgo de corrosión. Protege especialmente de la corrosión inducida por cloruros. Campos de aplicación: <ul style="list-style-type: none"> ■ Pavimentos de hormigón. ■ Puentes. ■ Túneles. ■ Muros de contención. ■ Plantas industriales. ■ Estructuras de parking, etc.
	Características/Ventajas	Mediante la utilización del Sika® FerroGard®-901 se verán reducidas las reacciones aniónica y catiónica del proceso de corrosión electroquímico. El producto forma una capa en la superficie del acero que retrasa el comienzo de la corrosión y reduce su velocidad. Utilizando Sika® FerroGard®-901 se pueden conseguir las siguientes ventajas: <ul style="list-style-type: none"> ■ Actúa como protección frente a la corrosión de armaduras, especialmente frente al ataque de cloruros. ■ Protege el hormigón frente a influencias destructivas de la corrosión de las armaduras. ■ No tiene influencia negativa sobre las propiedades del hormigón fresco ó endurecido. ■ Sika® FerroGard®-901 es una combinación de inhibidores orgánicos de la corrosión. <p>Sika® FerroGard®-901 es un producto neutro frente a la fragilización del acero pretensado debido al hidrógeno del mortero u hormigón. Sika® FerroGard®-901 ni mejora ni perjudica la fragilización del acero pretensado.</p>
	Datos del Producto	
Forma		
Apariencia/Color	Líquido verde	
Presentación	Garrafas de 25 kg	
Almacenamiento		
Condiciones de Almacenamiento/Conservación	18 meses desde su fecha de fabricación, en sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados. Almacenar a temperaturas comprendidas entre +1 °C y +35 °C. No exponer a la luz solar directamente y resguardar de las heladas.	

Datos Técnicos	
Composición química	Sustancias orgánicas con nitrógeno
Densidad	Aprox. 1,06 kg/l
Valor de pH	Aprox. 10±1
Información del Sistema	
Detalles de Aplicación	
Consumo/Dosificación	Dosificación recomendada: 12 kg/m ³ de hormigón
Condiciones de Aplicación/Limitaciones	
Compatibilidad	Sika® FerroGard®-901 se puede combinar con otros aditivos de la gama Sika. Se recomienda siempre realizar ensayos previos para conseguir las máximas prestaciones y confirmar la aplicación deseada, forma e actuación, etc.
Instrucciones de Aplicación	
Mezclado	Sika® FerroGard®-901 puede ser incorporado al agua de amasado o añadido al mismo que el agua en la amasadora. Para hormigón preparado, se adiciona en la cuba inmediatamente antes de la descarga en obra, reamasando al menos 1 minuto por cada m ³ . Antes de hormigonar observar si la consistencia es uniforme. La cantidad de Sika® FerroGard®-901 debemos considerarla cuando determinemos la relación agua / cemento. El Sika® FerroGard®-901 no debe mezclarse directamente con el cemento seco.
Método de aplicación/Herramientas	El uso de Sika® FerroGard®-901 produce un hormigón de alta calidad. Cuando se utiliza Sika® FerroGard®-901 se deben seguir las reglas generales de buena práctica en hormigonado. Se debe procurar un curado óptimo del hormigón.
Notas de aplicación/Limitaciones	Si el Sika® FerroGard®-901 se congela, puede utilizarse sin pérdida de sus cualidades descongelándolo lentamente y agitándolo cuidadosamente. Se recomienda homogeneizar el producto previamente a su uso.
Notas	Todos los datos técnicos indicados en esta Hoja de Datos de Producto están basados en ensayos de laboratorio. Las medidas reales de estos datos pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.
Restricciones Locales	Téngase en cuenta que como resultado de las regulaciones locales específicas, las características de cada producto puede variar de país a país. Se recomienda la consulta de la Hoja de Datos Técnicos del producto para obtener una descripción exacta del método de aplicación.
Instrucciones de Seguridad e Higiene	Para cualquier información referida a cuestiones de seguridad en el uso, manejo, almacenamiento y eliminación de residuos de productos químicos, los usuarios deben consultar la versión más reciente de la Hoja de Seguridad del producto, que contiene datos físicos, ecológicos, toxicológicos y demás cuestiones relacionadas con la seguridad.

B.15. Filtre premsa



03996 ernest Ayala JFMG 080513

ITEM 01.- FILTRO PRENSA MODELO MSM

Modelo	MSM 630 A 16/25 16 CC
Tipo de placa	Cámara
Número de placas admisibles	25
Número de placas	16
Espesor de la torta	30 mm
Superficie filtrante inicial	2,24 m ²
Superficie filtrante final	8,64 m ²
Volumen filtrante inicial	43,29 litros
Volumen filtrante	120 litros
Presión máxima de alimentación	16 bar
Abertura y cierre del filtro prensa:	Manual
Desplazamiento de las placas.	Manual

DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA MODELOS MSM**CABEZAL SOPORTE CILINDRO HIDRÁULICO**

Construido en chapa de acero S275JR (maciza). Lleva incorporado en la parte central el cilindro hidráulico atornillado al mismo para su fácil desmontaje en el caso de ser necesario por el servicio de mantenimiento. En la parte inferior del bastidor sobre un soporte va ubicada la central hidráulica con todos sus elementos. No necesita anclaje y se ha de apoyar sobre una superficie lisa y bien nivelada

PLACA DE PRESION

Construido en chapa de acero S275JR (maciza). tiene la función de prensar el paquete filtrante, unida al vástago de forma articulada se desplaza mediante patines.

Según la ampliación del paquete filtrante se prevé entre el vástago y la pieza móvil un redondo macizo de acero que por ambas partes viene provisto con los correspondientes dispositivos de conexión. Para realizar la ampliación se retira el redondo sin que para ello se tenga que realizar ninguna modificación.

Para realizar la limpieza del colector central de alimentación existe en la pieza móvil una tubuladura para la inyección de aire comprimido. Con ello se eliminan los fangos no filtrados y los eventuales tapones que se pueden producir en la filtración.





03996 ernest Ayala JFMG 080513

CABEZAL FIJO ENTRADA PRODUCTO



Construido en chapa de acero S275JR (maciza). Único punto de anclaje del filtro. Está provisto de la tubuladura de alimentación, bien puede ser central, superior, inferior o lateral, si es versión cerrado el filtro llevara incorporadas las tubuladuras para la salida de filtrado, lavado y soplado. Todas las tubuladuras Irán protegidas de acuerdo con las necesidades del producto a filtrar.

ELEMENTOS DE CIERRE Y APERTURA

Grupo formado por un conjunto de elementos electro hidráulicos de alta calidad compuesto por:

- Deposito de aceite con indicador de nivel.
- Bomba de bajo caudal y alta presión.
- Válvulas de seguridad.
- Válvulas reguladoras de presión
- Filtro aspiración de aceite.



PAQUETE FILTRANTE

Consta de una cantidad determinada de elementos filtrantes, formando un paquete que incluye, placa de entrada, un número determinado de placas intermedias y una placa final. Se suministran con sus correspondientes asas de soporte de apoyo en las columnas. Las placas llevan los orificios previstos para la función de filtrado que han sido diseñadas en el esquema de proceso.

PROTECCIÓN ANTICORROSIVA

Bastidor mecanizado por ambas caras
 Una mano de imprimación: Espesor película seca 60 - 70 micras.
 Dos manos de acabado: Espesor película seca por mano 35-70 micras.
 Colores utilizados: Azul RAL 5010 o Similar
 Columnas laterales forradas con tubo de acero inoxidable

ANNEX C. MANUAL D'USUARI I MANTENIMENT

C.1. Descripció

Els operadors de planta química s'encarreguen del monitoratge de totes les etapes del procés de depuració. Les tasques habituals d'aquests treballadors inclouen les pròpies del funcionament i control dels aparells, els equips o les instal·lacions per als diversos processos químics i fases del tractament de les aigües, d'acord amb les especificacions establertes als documents tècnics pertinents i respectant les normes de seguretat, de qualitat de l'afluent i d'eficàcia del procés, responsabilitzant-se també del manteniment bàsic dels equips de l'àrea de treball.

Per a un correcte funcionament de la planta és necessari realitzar certes operacions de manteniment i aplicar estrictes controls sobre equips i processos.

C.2. Activitats i operacions de manteniment

C.2.1. Pou de bombeig

És necessari realitzar comprovacions del pou de bombeig cercant corrosions del formigó per efecte de l'aigua i sedimentació de sòlids al fons. Si es detectessin desperfectes o sediments, cal buidar el pou i reparar i/o netejar-lo. En cas contrari, podria provocar el desgast prematur de la bomba per aspiració de sòlids o la filtració d'aigua contaminada al sòl.

S'ha d'assegurar que la cambra tranquil·litzadora realitza la seva funció correctament evitant que es creïn vèrtex i bombolles.

C.2.2. Obra civil

Revisió de l'estat del formigó en busca de desperfectes causats durant la fabricació o per efecte del desgast.

C.2.3. Estructura

Cal comprovar l'estat de totes les unions soldades periòdicament. En cas de qualsevol desperfecte, es recomana la reparació immediata.

C.2.4. Tractament

Controlar aspectes tals com:

- Velocitat de gir i flux creat per els agitadors.
- Cabal de reactius bombejats als dipòsits de tractament químic.
- Nivell de reactius emmagatzemats als dipòsits.
 - Àcid sulfúric (H_2SO_4) amb una riquesa del 70%
 - Bisulfit sòdic ($NaHSO_3$) amb una riquesa del 35%
 - hidròxid de sodi ($NaOH$) amb una riquesa del 30%
 - Sulfat d'alúmina ($Al_2(SO_4)_3$) amb una riquesa del 7%
 - Policlorur d'alumini (PAX-18) amb una riquesa del 18%
- Comprovació visual de la formació de flòculs al dipòsit de floculació.
- Control del flux d'aigua entre dipòsits.

Cal comprovar que el cabal de reactius és l'adequat, ja que els valors indicats són considerant les concentracions màximes de contaminants en l'aigua a tractar . El fet de treballar amb processos químics sota condicions canviants impossibilita aconseguir uns valors fixes des d'un bon principi. Per aquest motiu cal realitzar proves abans de poder optimitzar el funcionament de la planta.

C.2.5. Sedimentació

Cal controlar periòdicament l'estat de les lamel·les per evitar que es dipositin grans quantitats de sediments al seu damunt, evitant el seu correcte funcionament.

Per al buidat de fangs s'ha disposat d'una vàlvula de papallona per controlar el cabal de sortida del sedimentador. El grau de tancament de la vàlvula haurà de determinar-se experimentalment, malgrat que s'hagi indicat un valor orientatiu prèviament.

La freqüència de buidat de fangs també haurà de ser optimitzat experimentalment.

C.2.6. Tractament de fangs

És necessari comprovar el funcionament i el cabal aportat per les bombes neumàtiques donat que el seu funcionament depèn exclusivament de la pressió i cabal d'aire aportat.

S'ha d'assegurar que el dipòsit de calç conté el nivell suficient de líquid per a que la bomba mai treballi en buit i per altra banda, assegurar que els fangs disposen de la quantitat adequada de calç per a que presenti una correcta permeabilitat.

Els agitadors sempre han de estar en funcionament per evitar la sedimentació dels fangs i la calç.

Per a fer la barreja de calç i aigua cal afegir:

50 Kg de CaO per cada 1000 l d'aigua.

El filtre premsa és totalment manual, això implica que un operari ha d'encarregar-se del seu funcionament.

1. Tancament del filtre: mitjançant una bomba d'oli manual s'aporta pressió d'oli al pistó encarregat del tancament del filtre. La pressió de tancament és de X bars de pressió. Un manòmetre i una vàlvula de descàrrega s'encarreguen de regular la pressió de tancament .
2. Emplenat del filtre: la bomba neumàtica Versamatic N25 bombeja fangs a l'interior del filtre. Quan la pressió de bombeig assoleix un valor de 6 Bar, la bomba s'atura automàticament.

3. Obertura del filtre: un cop s'ha assolit la pressió màxima, ha d'obrir-se el filtre manualment, aportant pressió d'oli al pistó hidràulic.
4. Neteja filtre: un cop obert el filtre, el tortó de fangs caurà per gravetat. Tot i això, és probable que part dels fangs quedin adherits a les parets interiors del filtre. Per aquest motiu caldrà sacsejar les plaques per eliminar els fangs restants. Un cop netejat, es pot tornar a iniciar el procés.

Regularment, cal netejar els conductes d'alimentació del filtre amb aire comprimit o aigua, per evitar que els fangs no filtrats s'hi dipositin i s'adhereixin, fet que provocaria un funcionament irregular del filtre premsa.

C.2.7. Equips de bombeig

És imprescindible comprovar l'estat de les bombes i el seu correcte funcionament. Controlar l'estat de les connexions, refrigeració i el cabal de fluid.

Les bombes neumàtiques són alimentades per aire provinent d'un compressor. Els valors de cabal i pressió s'expressen a l'annex A.6.3. i A.6.4.

C.2.8. Equips de control

Els sensors utilitzats a la planta tals com sensors de pH, de Redox, cabalímetres o pressòstats han d'estar en perfectes condicions per poder executar la seva feina a la perfecció. Cal que estiguin lliures de brutícia o incrustacions que podrien implicar lectures errònies dels valors mesurats.

C.2.9. Neteja dipòsits i sedimentador

Durant la operació de neteja o buidatge dels dipòsits de tractament de fangs i el propi sedimentador, s'aconsella que un cop buidats, introduir aigua neta als dipòsits i bombejar aquesta al pou de bombeig. Es necessari realitzar aquesta

operació donat que, un cop acabat el buidatge dels dipòsits o del sedimentador, les canonades de descàrrega quedaran plenes d'aigua amb sediments. Aquests, un cop l'aigua de l'interior de la canonada s'evapora, creen incrustacions a les canonades reduint la secció i poden arribar a obstruir totalment la canonada.

Si es bombeja aigua un cop buidat els dipòsits i el sedimentador els fangs continguts a l'interior de la canonada seran enviats en la seva totalitat al pou, restant a l'interior de la canonada tant sols aigua neta sense residus sòlids.

ANNEX D. ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

La planta de tractament utilitza productes químics tòxics per als humans; per aquesta raó es recomana utilitzar protecció durant la manipulació i trasllat d'aquests productes tal i com s'indica als informes de seguretat dels productes químics utilitzats.

D.1. Àcid sulfúric (H₂SO₄)



Palabra de advertencia: corrosivo

Peligro

Frases H:

H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

Frases P:

P310 Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLOGICA o a un médico.

P304+P340 EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.

P301+P330+P331	EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito.
P303+P361+P353	EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua o ducharse.
P305+P351+P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

Otros peligros

En condiciones de uso normal y en su forma original, el producto no tiene ningún otro efecto negativo para la salud y el medio ambiente.

D.2. Bisulfit sòdic (NaHSO_3)



Palabra de advertencia: nocivo

Peligro

- Frases H:

H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

- Frases P:

- P310 Lllamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLOGICA o a un médico.
- P304+P340 EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.
- P301+P330+P331 EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito.
- P303+P361+P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua o ducharse.
- P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

Otros peligros.

En condiciones de uso normal y en su forma original, el producto no tiene ningún otro efecto negativo para la salud y el medio ambiente.

D.3. hidròxid de sodi (NaOH)



Palabra de advertencia: corrosivo

Peligro

- Frases H:

H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

- Frases P:

P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

P310 Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLOGICA o a un médico.

P405 Guardar bajo llave.

P304+P340 EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.

P301+P330+P331 EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito.

P303+P361+P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua o ducharse.

P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

Otros peligros.

En condiciones de uso normal y en su forma original, el producto no tiene ningún otro efecto negativo para la salud y el medio ambiente.

D.4. Sulfat d'alúmina ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)



Palabra de advertencia: corrosivo

Peligro

- Frases H:

H318 Provoca lesiones oculares graves.

- Frases P:

P280	Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.
P305+P351+P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.
P310	Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLOGICA o a un médico.

Otros peligros.

En condiciones de uso normal y en su forma original, el producto no tiene ningún otro efecto negativo para la salud y el medio ambiente.

D.5. Policlorur d'alumini (PAX-18)



Palabra de advertencia: corrosivo

Peligro

- Frases H:

H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

- Frases P:

P280 Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.

P310 Llamar inmediatamente a un CENTRO DE INFORMACION TOXICOLOGICA o a un médico.

P304+P340 EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar.

- P301+P330+P331 EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito.
- P303+P361+P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitarse inmediatamente las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua o ducharse.
- P305+P351+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

Otros peligros.

En condiciones de uso normal y en su forma original, el producto no tiene ningún otro efecto negativo para la salud y el medio ambiente.

ANNEX E. PROVES QUÍMIQUES

E.1. Jar-Test

Per a poder dimensionar alguns dels equips de la depuradora, es van haver de realitzar diverses proves de coagulació i floculació anomenades, proves de Jar-Test (Fig. 23), per tal de determinar la quantitat i tipus de coagulant i floculant que millor s'adaptava a les condicions de la nostra aigua i que, per altra banda, afavorien la velocitat de sedimentació veure Fig. 19, 20, 21, 22 i 24.

També es va poder calcular el volum de fangs que es produïen per litre d'aigua tractada. Dada fonamental per al dimensionament del filtre premsa.



Fig. 19

Mescla ràpida del coagulant



Fig. 20

Procés de clarificació



Fig. 21



Fig. 22

Procés de compactació



Fig. 23

Prova Jar-Test

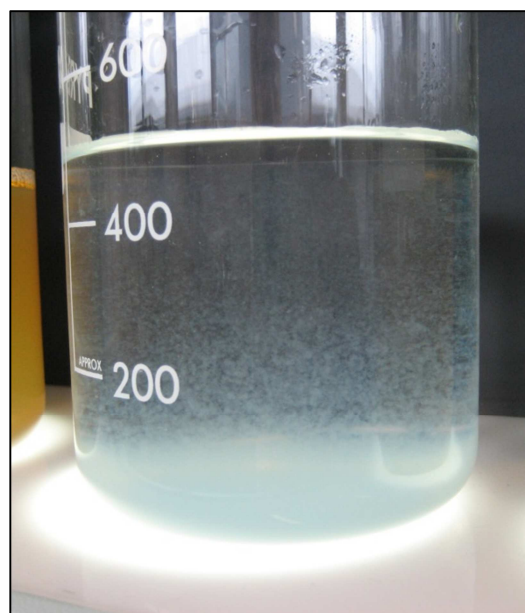


Fig. 24

Detall flocs

L'aigua de mostra, era una aigua amb unes característiques semblants a les que havíem de tractar, d'aquesta forma podíem assegurar que els resultats que obtindríem dels experiments serien verídics i força fiables.

A part de les dades referents a la coagulació, floculació i volum de fangs produïts, es va poder experimentar sobre la velocitat de gir dels agitadors per tal de trobar velocitats suficientment lentes com per no trencar els flocs creats amb el coagulant i floculant però que, a l'hora, permetessin una barreja adequada.

E.2. Proves de filtració

Un cop determinat la quantitat de bisulfit, coagulant i floculant, es va realitzar proves de filtració dels fangs per aconseguir extreure part de l'aigua que contenen.

En aquesta prova es va utilitzar una bomba de buit per eliminar l'aigua dels fangs i es van afegir quantitats diferents de quantitats d'òxid de calç per tal de trobar la dosi òptima per augmentar la permeabilitat dels fangs, veure figures 25 i 26.



Fig. 25

Experiment filtració fangs



Fig. 26

Fangs filtrats

