

INGENIARITZA ZIBILEKO GRADUA  
**GRADU AMAIERAKO LANA**

***HIRIKO HONDAKIN-UREN ARAZTEGIAREN  
DISEINUA ETA DIMENTSIONAKETA NEILAN,  
BURGOS***

***3. ERANSKINA- ARAZTEGIAREN GAILUEN DIMENTSIONAKETA.***

**Ikaslea:** Alba Gallo Anda

**Zuzendaria:** Maite de Blas Martín

**Ikasturtea:** 2019-2020

**Data:** Bilbon, 2020ko otsaila.

## AURKIBIDEA

TAULEN AURIKIBUDEA .....	3
IRUDIEN AURKIBIDEA .....	4
GRAFIKOEN AURKIBIDEA .....	4
1.SARERRA .....	5
2.OINARRIZKO DATUAK .....	6
2.1.BIZTANLE BALIOKIDEAK ETA DOTAZIOA .....	6
2.2.EMARIAK .....	6
2.3.TENPERATURAK .....	7
2.4.KARGA KUTSAKORRAK SARRERAN .....	7
2.4.1. OEB <sub>5</sub> ren KONTZENTRAZIOA ETA KARGA.....	8
2.4.2. OEKren KONTZENTRAZIOA ETA KARGA. ....	9
2.4.3. SUSPENSIO SOLIDOEN TOTALEN KONTZENTRAZIOA ETA KARGA. ....	9
2.4.4. KJELDAHLen NITROGENO TOTALAREN KONTZENTRAZIOA ETA KARGA. ....	10
2.4.5. FOSFOROAREN KONTZENTRAZIOA ETA KARGA. ....	10
2.5.KARGA KUTSAKORRAK IRTERAN. ....	11
3. HARRERA-LANA .....	12
4. AURRETRATAMENDUA .....	14
4.1. UBIDEA .....	14
4.1.1. UBIDEAREN DIMENTSIONAKETA. ....	14
4.1.2. UBIDEAREN ERAIKUNTZA .....	15
4.3. LODIEN HESIA .....	16
4.3.1.KARGA-GALERA. ....	16
4.4. TORLOJUZO BAHE BIRAKARIA .....	19
5. LEHENENGO TRATAMENDUA .....	20
5.1.IMHOFF TANKEAREN DIMENTSIONAKETA.....	20
5.2.IRTERAKO PARAMETRO KUTSAKORREN BALIOAK.....	22
5.3.LEHENENGO MAILAKO LOHIAK .....	23
6. BIGARREN TRATAMENDUA.....	24
6.1.ERREAKTORE BIOLOGIKOAREN DIMENTSIONAKETA.....	24
6.1.1. LOHIAREN ADINA.....	24
6.1.2. DESNITRIFIKAZIO GANBERA. ....	25
6.1.2.1. NITRIFIKAZIO-DESNITRIFIKAZIO PROZESUAK.....	26
6.1.3. FOSFOROAREN EZABAPENA .....	28
6.1.4. BIGARREN MAILAKO LOHIEN EKOIZPENA .....	30

6.1.5. ERREAKTORE BIOLOGIKOAREN BOLUMENA. ....	33
6.1.6. OXIGENO ESKARIA. ....	34
6.1.7. LOHIEN BIRZIRKULAZIOA.....	36
6.1.7.1. Kanpo birzirkulazioa. ....	36
6.1.7.2. Barne birzirkulazioa.....	36
6.2.BIGARREN DEKANTAGAILUAREN DIMENTSIONAKETA. ....	37
6.2.1. LOHI BOLUMENEN INDIZEA ETA LODITZEKO DENBORA BAIMENDUA. ....	37
6.2.2. SUSPENSIO SOLIDOEN KONTZENTRAZIOA ITZULERAKO LOHIETAN. ....	38
6.2.3. BIGARREN MAILAKO DEKANTAGAILUAREN AZALERA. ....	39
6.2.4. BIGARREN MAILAKO DEKANTAGAILUAREN SAKONERA. ....	40
6.2.5. BIGARREN MAILAKO DEKANTAGAILUAREN NEURRIAK. ....	41
6.2.8.KONPROBAKETAK. ....	42
6.3.IRTEERAKO PARAMETRO KUTSAKORREN BALIOAK.....	43
7.HONDAKINEN KUDEAKETA .....	44
7.1. HONDAKINEN EZAUGARRIAK.....	44
7.1.1. AURRETRATAMENDUAN ZEHAR SORTUTAKO HONDAKIN-SOLIDOAK. ....	44
7.1.2. LEHEN MAILAKO LOHIAK.....	44
7.1.3. BIGARREN MAILAKO LOHIAK.....	45
7.2. HONDAKINEN KUDEAKETA. ....	46
7.2.1.AURRETRATAMENDUAN SORTUTAKO HONDAKIN-SOLIDOAK. ....	46
7.2.2. LEHENENGO MAILAKO LOHIAK. ....	46
7.2.3. BIGARREN MAILAKO LOHIAK.....	47

## TAULEN AURIKIBUDEA

1. Taula: Biztanle Baliokideak eta dotazioa .....	6
2. Taula: Emariak.....	6
3. Taula: 2019an egondako Tmax, Tmin eta batez besteko tenperaturak.....	7
4. Taula: Parametro kutsakorrak. ....	7
5. Taula: OEB5ren kontzentrazioa eta karga. ....	8
6. Taula: OEK ren kontzentrazioa eta karga. ....	9
7. Taula: SS-en kontzentrazioa eta karga. ....	9
8. Taula: KNT-ren kontzentrazioa eta karga. ....	10
9. Taula: Fosforoaren kontzentrazioa eta karga. ....	10
10. Taula: Parametroen ohiko balioak tratamenduen ostean. ....	11
11. Taula: Isuri-parametroen balio minimoak. ....	11
15. Taula: K3 koefizientearen balioak. ....	17
16. Taula: Emariaren arabera Imhoff tankeen bolumenak. ....	20
17. Taula: Imhoff tankeen ezaugarriak. ....	21
18. Taula: Imhoff tankean lortutako parametroen murrizpena. ....	22
19. Taula: Lehenengo tratamenduaren sarreran eta irteeran dauden parametroen balioak. ...	22
20. Taula: Lohi bolumen indizea. ....	37
21. Taula: Loditzeko baimendutako denbora. ....	37
22. Taula: Bigarren mailako dekantagailuaren neurri orokorrak. ....	41
23. Taula: Bigarren tratamenduaren sarreran eta irteeran dauden parametroen balioak .....	43
24. Taula: Azken isurien kontzentrazioak.....	43
25. Taula: Aurretratamenduan zehar sortutako hondakin-solidoak. ....	44
26. Taula: Lehen mailako lohien ezaugarriak .....	44
27. Taula: Bigarren mailako lohien ezaugarriak. ....	45
28. Taula: Bigarren mailako lohien bukaerako ezaugarriak. ....	47

## IRUDIEN AURKIBIDEA

1. Irudia: Kutxatila egoera normaletan. ....	12
2. Irudia: Kutxatila mantentze egoeran.....	13
3. Irudia: Garbiketa automatikoa daukaten lodien-hesiak.....	16
4. Irudia: $K_2$ balioak, Hesiaren geometriaren arabera.....	17
5. Irudia: Aurrefabrikatutako torlojuzko bahe birakaria. ....	19
6. Irudia: Aurrefabrikatutako Imhoff tankearen eskema orokorra.....	21
7. Irudia: Nitrifikazio-desnitrifikazio prozesuak. ....	26
8. Irudia: Ohiko araztegien eskema. ....	27
9. Irudia: Aurrefabrikatutako errektore biologikoa eta bigarren mailako dekantagailua.....	34
10. Irudia: Nitrifikazio-desnitrifikazio prozesuak kontrolatzen dituen gailua. ....	35
11. Irudia: Lohien zirkulazioaren eskema.....	36
12. Irudia: Dekantagailuan dauden funtzio eremuak. ....	40
13. Irudia: Bigarren dekantagailuaren eskema orokorra. ....	41
15. Irudia: 660L-ko edukiontzia. ....	46
14. Irudia: 120L-ko edukiontzia. ....	46
16. Irudia: Prentsa iragazkia. ....	47

## GRAFIKOEN AURKIBIDEA

1. Grafikoa: Hesiaren lan zonaldeak.....	18
--	----

## 1.SARERRA.

Eranskin honetan araztegiaren tresnen eta prozesuen dimentsionaketa eta deskribapena egingo da, ur kutsatuak estatuak ezartzen dituen parametroak bete dezaketen.

Helburu hauek aurrera eramateko *“Manual de diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales”* [28], *“Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones”* [13] eta *“Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones”* [14] erabili dira.

## 2.OINARRIZKO DATUAK.

Instalazioen dimentsionaketa egiteko aurreko ataletan eta oraindik kalkulatu ez diren parametroak beharrezkoak izango dira.

### 2.1.BIZTANLE BALIOKIDEAK ETA DOTAZIOA.

1 .eranskinean azaldu den moduan, udan eta asteburuetan biztanleriaren hazkuntza nahiko handia da, beraz kalkuluak sasoi ezberdinetako balioekin egingo dira, negua behe-denboraldia eta uda eta asteburuak goi-denboraldia izanik.

	BEHE DENBORALDIAN	GOI DENBORALDIAN
<b>Biztanle baliokideak (BB)</b>	123	396
<b>Dotazioa (L/BB.egun)</b>	166	166

1. Taula: Biztanle Baliokideak eta dotazioa

### 2.2.EMARIAK.

Diseinurako emaria (Qd) izan ezik, gainontzeko emarien kalkuluak 2. eranskinean azaltzen dira. Diseinurako emaria egoera normaletan bigarren tratamenduaren oinarritzko datua da, honek batz besteko emariaren (Qm;  $m^3/h$ ) berdina da baina  $m^3/egun$  -etan adierazita.

		UNITATEAK	BEHE DENBORALDIAN	GOI DENBORALDIAN
<b>Batz besteko emaria</b>	Qm	$(m^3/h)$	0,85	2,74
<b>Diseinurako emaria</b>	Qd	$(m^3/egun)$	20,4	65,76
<b>Puntako emaria</b>	Qp	$(m^3/h)$	4,25	13,7
<b>Emari maximoa</b>	Qmax	$(m^3/h)$	1,27	4,11
<b>Emari minimoa</b>	Qmin	$(m^3/h)$	0,26	0,82

2. Taula: Emariak.

## 2.3.TENPERATURAK.

Hondakin-uren tenperatura prozesu biologikoen garapenean duen eraginagatik parametro honek oso garrantzitsua da, batez ere nitrifikazio prozesuetan, hauek tenperatura baxuenak kontuan hartuta kalkulatzeko direlako. Beste aldetik, oxigenoa ur hotzean ur beroan baino disolbagarriagoa da, hau da, ur beroetan oxigeno gutxiago egongo da.

Hilabete hotzetan hondakin-uren tenperatura ingurumen tenperatura baino handiagoa da eta baxuagoa hilabete epeletan, normalean 12 °C eta 26 °C artean. Mendi gunetan kokatutako populazio txikietan hondakin urak neguan 10 °C-tik beherako tenperaturak izan ditzakete. [13]

Hondakin uren tenperatuaren daturik ez daudenez, gehiegizko dimentsionaketa saihesteko, tenperatura maximo gisa hilabete beroen ingurugiroko batez besteko tenperatura hartuko da (normalean uztaila edo abuztua) eta gutxieneko tenperatura bezala 10 °C.

3.Taulan 2.019an zehar Monterrubio de la Demandan dagoen estazio meteorologikoan erregistratutako tenperaturak azaltzen dira.

HILABETEA	Urt.	Ots	Mar.	Api.	Mai.	Eka.	Uzt.	Abu.	Ira.	Urr.	Aza.	Abe.
<b>Tmax (°C)</b>	13,6	19,1	19,2	19,8	27,9	34,6	32,4	31,1	27,8	25,0	17,3	17,7
<b>Tmin (°C)</b>	-5,6	-10,0	-4,6	-8,0	-2,2	-1,3	6,5	4,7	3,0	-1,5	-4,4	-5,9
<b>Batez besteko tenperatura</b>	1,9	5,2	6,4	6,9	11,0	17,0	20,4	19,9	15,0	10,5	6,1	5,1

3. Taula: 2019an egondako Tmax, Tmin eta batez besteko tenperaturak.  
Iturria: Datos-klima [10]

Hondakin uren tenperatura maximo bezala **20,4°C** (uztailean) hartuko dira eta minimo bezala **10°C**.

## 2.4.KARGA KUTSAKORRAK SARRERAN.

Karga kutsakorra adierazten duten parametroak biztanle baliokideen funtzioan adieraziko dira. Neilan isurtzen diren hondakin uren azterketarik egin ez direnez “Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones”-en agertzen diren datu orokorrak erabiliko dira, 4. Taulan adieraziak.

PARAMETROA	KARGA (g/bb.egun)
<b>OEB<sub>5</sub></b>	60
<b>OEK</b>	120
<b>SS</b>	70
<b>NTK</b>	11
<b>P<sub>T</sub></b>	1,8

4. Taula: Parametro kutsakorrak.  
Iturria: Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones [13]



Proiektuan erabiliko diren arazketa sistemen dimentsionaketa egiteko parametro bakoitzaren kontzentrazioa eta karga ezagutu behar dira.

#### 2.4.1. OEB<sub>5</sub>ren KONTZENTRAZIOA ETA KARGA.

OEBa mikroorganismoek, prozesu aerobio edo anaerobioen bidez, ur lagin batean dagoen M.O. biodegradagarria degradatzeko kontsumitzen duten O<sub>2</sub> da. Beste modu batean esanda, jarduera biologikoen bidez oxidatu daitekeen materia organikoaren kopurua neurtzen duen parametroa da.

Nazioarteko erreferentzia moduan OEB<sub>5</sub>-ren kontzeptua erabiltzen da, urak bost egun pasata, 20°C-tan, daukan O<sub>2</sub> kontzentrazioa neurtzean oinarritzen dena.

Laburbilduz, uraren kalitatea eta honek daukan M.O. biodegradagarriaren adierazlea da. 5.taulan Neilaren hondakin-uren OEB<sub>5</sub>ren kontzentrazioa eta karga agertzen da.

	UNITATEAK	BEHE DENBORALDIAN	GOI DENBORALDIAN
OEB <sub>5</sub> -ren karga biztanle baliokide bakoitzeko	g O <sub>2</sub> / B.B.egun	60	60
OEB <sub>5</sub> -ren kontzentrazioa ( <b>OEB<sub>5</sub> ren karga x 1000</b> )/Dotazioa	mg O <sub>2</sub> / Lhhu	361	361
OEB <sub>5</sub> -ren eguneko karga ( <b>OEB<sub>5</sub> ren karga x Qd</b> )/Dotazioa	Kg O <sub>2</sub> /egun	7,36	23,77

5. Taula: OEB<sub>5</sub>ren kontzentrazioa eta karga.

OEB<sub>5</sub>-ren kontzentrazioaren eta eguneko kargaren kalkuluak hurrengo moduan egin eta sinplifikatu dira:

$$60 \frac{g O_2}{BB.egun} \times \frac{1 BB}{166 L hhu} \times \frac{1000 mg}{1g} = 361 \frac{mg O_2}{L hhu} \rightarrow OEB_5 \text{ ren karga } x 1000 / \text{Dotazioa}$$

$$361 \frac{mg O_2}{L hhu} \times \frac{20,4 m^3 hhu}{egun} \times \frac{1kg}{10^6 mg} \times \frac{1000 L hhu}{1 m^3 hhu} = 7,36 \frac{kg O_2}{egun} \rightarrow OEB_5 \text{ ren karga } x Qd / \text{Dotazioa}$$

#### 2.4.2. OEKren KONTZENTRAZIOA ETA KARGA.

Uraren M.O. biodegradagarria edo ez biodegradagarria, oxidatzaile kimiko bat erabiliz degradatzeko behar duen O<sub>2</sub> kantitatea da. Beste modu matean esanda, M.O. biodegradagarria eta ez biodegradagarriaren adierazlea da.

OEK-k beti OEB baino handiagoa izango da, hauen zatiketa biodegradagarritasunaren adierazlea izanik.  $OEB_5/OEK \geq 0,35$  ba da, ur biodegradagarria dela adierazten du eta honek tratamendu biologiakoetarako egokia dela. Proiektu honetan erabili diren datuei aurreko baldintza aplikatuz, 0,5eko koefizientea lortzen da, ur honek tratamendu biologikoetarako egokia izanik.

	UNITATEAK	BEHE DENBORALDIAN	GOI DENBORALDIAN
OEB <sub>5</sub> -ren karga biztanle baliokide bakoitzeko	g O <sub>2</sub> / B.B.egun	120	120
OEB <sub>5</sub> -ren kontzentrazioa ( <b><i>OEB<sub>5</sub> ren karga x 1000</i></b> )/Dotazioa	mg O <sub>2</sub> / Lhhu	722,89	722,89
OEB <sub>5</sub> -ren eguneko karga ( <b><i>OEB<sub>5</sub> ren karga x Qd</i></b> )/Dotazioa	Kg O <sub>2</sub> /egun	14,75	47,54

6. Taula: OEK ren kontzentrazioa eta karga.

#### 2.4.3. SUSPENSIO SOLIDOEN TOTALEN KONTZENTRAZIOA ETA KARGA.

Solidoen sailkapenaren barruan Solido Totalak, Suspentsio Solidoak eta Disolbaturiko Solidoak bereiz daiteke. Proiektuaren gailuen dimentsionaketa egiteko bakarrik SS-en kargak eta kontzentrazioak erabiliko dira.

Suspentsio Solidoek 10<sup>-3</sup> mm eta 10<sup>-6</sup> mm arteko tamaina izaten dute, praktikan 1,2 µm-ko iragazkian geratzen diren solidoak dira.

	UNITATEAK	BEHE DENBORALDIAN	GOI DENBORALDIAN
SST-en karga biztanle baliokide bakoitzeko	g SS /B.B.egun	70	70
SST-en kontzentrazioa ( <b><i>SS en karga x 1000</i></b> )/Dotazioa	mg SS/Lhhu	421,68	421,68
SST-en eguneko karga ( <b><i>SS en karga x Qd</i></b> )/Dotazioa	Kg SS/egun	8,60	27,73

7. Taula: SS-en kontzentrazioa eta karga.

#### 2.4.4. KJELDAHL-en NITROGENO TOTALAREN KONTZENTRAZIOA ETA KARGA.

Kjeldahl-en Nitrogeno Totalak, aztertutako uretan dagoen nitrogeno kantitatea zehazten du, honek nitrogeno organikoaren eta amonio ioiaren ( $\text{NH}_4^+$ ) batura da. HHUAen dimentsionaketa egiteko garrantzi handiko parametroa da, nitritoetan eta nitratoetan nitrifikatzeko gai den nitrogenoa neurtzen duelako.

Parametro kutsakor honek disolbatutako oxigenoa murrizten du, ekosistema urtarrarentzat toxikoa eta fosforoarekin batera (P) eutrofizazio prozesuen eragilea da. Tratamenduen fasetan nitrogeno amoniakalak eraldaketak jasaten ditu bere ezabapena errazteko.

Nitrogenoaren ezabapena bi fasetan lortzen da, nitrifikazioan eta desnitrifikazioan. Lehenengoan, nitratoaren konbertsioaren bidez amoniakoaren oxigeno eskaria txikitzen da. Ala ere, fase honetan nitrogenoak ez du formaz asko aldatu eta bere ezabapena ez da lortu. Bigarren fasetan, nitratoa erraz ezabatu daitekeen produktu gaseoso batean bihurtzen da. [29]

	UNITATEAK	BEHE DENBORALDIAN	GOI DENBORALDIAN
KNT-ren karga biztanle baliokide bakoitzeko	g KNT /B.B.egun	11	11
KNT-ren kontzentrazioa <b><i>KNT ren karga x 1000/Dotazioa</i></b>	mg KNT /Lhhu	66,26	66,26
KNT-ren eguneko karga <b><i>KNT ren karga x Qd/Dotazioa</i></b>	Kg KNT /egun	1,35	4,36

8. Taula: KNT-ren kontzentrazioa eta karga.

#### 2.4.5. FOSFOROAREN KONTZENTRAZIOA ETA KARGA.

Fosforoak (P), nitrogenoa bezala, kantitate handitan eutrofizazio prozesuen eragilea da, hori dela eta, hiriko hondakin-uren isurietan berebiziko kontrola eta murrizpena ezartzea gomendatzen da.

	UNITATEAK	BEHE DENBORALDIAN	GOI DENBORALDIAN
P-ren karga biztanle baliokide bakoitzeko	g P/B.B.egun	1,8	1,8
P-ren kontzentrazioa <b><i>P ren karga x 1000/Dotazioa</i></b>	mg P/Lhhu	10,84	10,84
P-ren eguneko karga <b><i>P ren karga x Qd/Dotazioa</i></b>	Kg P/egun	0,22	0,71

9. Taula: Fosforoaren kontzentrazioa eta karga.

## 2.5.KARGA KUTSAKORRAK IRTERAN.

Araudiek parametro bakoitzaren murrizpen minimoa tratamendu bakoitzaren ostean zehazten dute, balio hauek 10.taulan biltzen dira. [13] [20]

PARAMETROA	MURRIZKETA 1.TRATAMENDUAN (%)	ISURIAREN BALIOA (mg/L)	MURRIZKETA 2.TRATAMENDUAN (%)	ISURIAREN BALIOA (mg/L)
OEB <sub>5</sub>	20-30	210-240	85-95	15-25
OEK	20-30	420-480	80-90	60-120
SS	50-60	100-125	85-95	15-35
N	0	Ez da aldatu	30-40	30-35
P	0	Ez da aldatu	20-30	7-8

10. Taula: Parametroen ohiko balioak tratamenduen ostean.

Iturria: Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones [13]

Fosforoa kimikoki edo burdinazko (FeCl<sub>3</sub>) edo aluminiozko gatzak gehituz ezabatu daiteke, modu honetan murrizpenak % 80-90ra hel daitezke isuriaren balioak 2mg/L baino txikiagoak izanik.

Parametro kutsakorak ingurune hartzailera isurtzerakoan 91/271/CEE Zuzentaraua, maiatzaren 21ekoan azaltzen diren balio minimoak bete behar dituzte. [20]

ARAZTEGIAREN IRTEERAN		
PARAMETROA	ISURIAREN MUGA	MURRIZPENA %
OEK	≤ 125 mg O <sub>2</sub> /L	≥75
OEB <sub>5</sub>	≤ 25 mg O <sub>2</sub> /L	≥90
SS	≤ 35 mg/L	≥70
N	≤ 15 mg/L	70-80
P	≤ 2 mg/L	≥80

11. Taula: Isuri-parametroen balio minimoak. Iturria: 91/271/CEE Zuzentaraua [20]

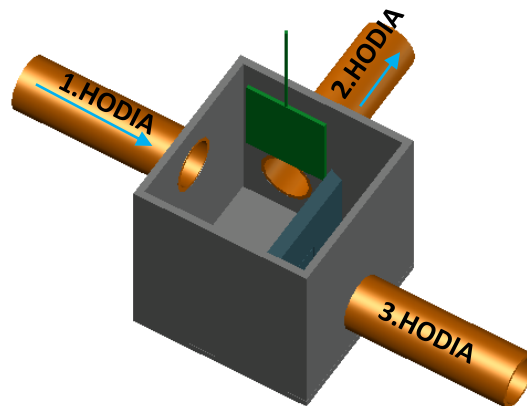
### 3. HARRERA-LANA.

Harrera-lanaren funtzioa beteko duen kutxatilan dagoen alboko gainezkabideak bi helburu bete behar ditu:

- Araztegiaren kapazitatea baino handiagoak diren emariak leundu, soberan dagoen ura by-pass sare orokorrera bidaliz.
- Behar izatekotan uraren ibilbidea moztu.

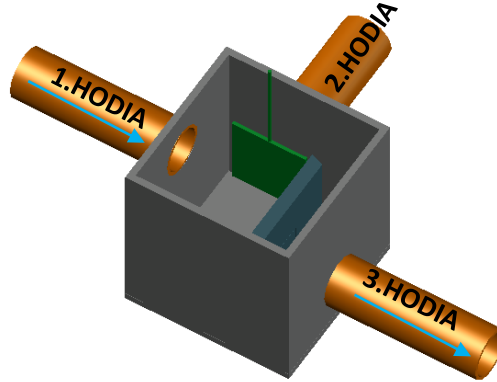
Herri txiki baten hondakin-urak tratatuko direnez, gainezkabidea dimentsio txikiko hormigoizko kutxatila batean kokatuko da. Hormigoizko kutxatilak sarrera-hodi (1.hodia) bat izango du eta bi irteera-hodi (2. eta 3.hodiak). Kutxatilan dagoen eskuko konportaren funtzionamendua a) eta b) egoeretan azaltzen da.

- a) Egoera: Egoera normala. Kasu honetan hondakin-ura sarrerako kolektoretik (1.Hodia) sartuko da eta bere ibilbidea 2.hoditik aurretratatamendurantz jarraituko du. Heltzen den emaria instalazioak tratatu dezakeen emaria baino handiagoa denean ura gainezkabidearen goiko aldetik pasatuko da eta by-pass sare orokorraren bidez (3.hodia) soberan dagoen ura ibaira isuriko da. Egoera honetan, konporta igota egongo da, uraren igarobidea ahalbidetuz. Egoera hau 1.Irudian azaltzen da.



1. Irudia: Kutxatila egoera normaletan.  
Iturria: Proiektuaren egileak AUTOCADen bidez eginda.

- b) Egoera: Mantentze egoera. Araztegiaren zati batean matxurak edo konpontze lanak daudenean uraren igarobidea moztu behar da, horretarako 2 hodiaren aurrean dagoen konporta jaitsiko da. Modu horretan ura ez da araztegiara helduko eta by-pass sare orokorraren bidez ura ibaira isuriko da.  
Mantentze lanak behe denboraldian egingo dira, by-pass saretik ibaira isuriko diren emariak ahalik eta txikien izateko.



2. Irudia: Kutxatila mantentze egoeran.  
Iturria: Proiektuaren egileak AUTOCADen bidez eginda.

Proiektuan by-pass sarearen trazatuaren dimentsionaketa ez da egingo, honek 0,315m-tako diametroa eta PVC-U-koa izango duela baino ez da zehaztuko.

## 4. AURRETRATAMENDUA.

Proiektu honen aurretratamenduak arbastua kentzeko sistema baino ez du izango. Hautabideen ikasketan azaltzen den moduan, sekzio konstante daukan hormigoi armatuazko ubidean lodien hesia eta torlojuzko bahe birakaria kokatuko dira.

### 4.1. UBIDEA.

Ubidearen diseinua zehazteko, dimentsioak eta eraikuntzan erabilitako materialak zehaztuko dira.

#### 4.1.1. UBIDEAREN DIMENTSIONAKETA.

Solidoen sedimentazioa ubidearen hondoan ekiditeko, uraren abiadura ubidean eta hesietatik pasatzean garrantzi handikoa da. Uraren abiadura nahikoa izan behar da solidoek hesian geratzeko baina karga galera handirik eman gabe. Baldintza hauek betetzeko uraren abiadura hurrengo mugen artean egotea gomendatzen da:

- $Q_{\max}$ -rako  $\rightarrow 0,9 \text{ m/s} \leq v \leq 1,4 \text{ m/s}$
- $Q_m$ -rako  $\rightarrow v \leq 1,0 \text{ m/s}$
- $Q_{\min}$   $\rightarrow v \geq 0,4 \text{ m/s}$

Ubidearen zabalera bere luzera osoan zehar, hesien zonaldean izan behar duen zabalerearen arabera kalkulatu da: [13]

$$W_{\min} = \frac{Q}{v_r \cdot h} \cdot \left( \frac{e + E}{E} \right) + C = \frac{1,14 \cdot 10^{-3}}{1,0,25} \cdot \left( \frac{10 + 30}{30} \right) + 0,3 = 0,306 \text{ m}$$

W = Ubidearen zabalera hesien zonaldean.

Q = Ubidea zeharkatuko duen emari max ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

$$Q_{\max} = 1,14 \text{ m}^3/\text{h} = 1,14 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$V_r$  = Uraren abiadura maximoa hesia zeharkatzean ( $\text{m/s}$ ).

$V_{\max}$ -a  $1\text{m/s}$ -tan ezarriko da, modu horretan abiadura muga guztiak beteko ditu.

h = Uraren altuera (m).

$$h = 0,25 \text{ m}$$

e = Barroteen zabalera (mm).

$$e = 10 \text{ mm}$$

E = Barren arteko distantzia (mm).

$$E = 30 \text{ mm}$$

C = Segurtasun koefizientea. Normalena lodien hesietan 0,3.

“Manual para la implantación de depuradora sen pequeñas poblaciones”-ek balio minimo batzuk ezartzen ditu: [13]

- Ubidearen zabalera:  $W \geq 0,25\text{m}$ .
- Uraren altuera ubidean :  $h \geq 0,25\text{m}$ .
- Erretentzio denbora emari maximoarekin:  $t_r \geq 5 \text{ min}$ .

Gidaliburuaren gomendioak eta aurreko formulatan lortutako balioen arabera ubidearentzat dimentsio batzuk ezartzen dira:

- Ubidearen zabalera: **W = 0,33m**
- Uraren altuera ubidean : **h = 0,25m**
- Erretentzio denbora emari maximoarekin: **tr = 300s**

Ubidearen zabalaren (W) eta uraren altueraren (h) artean hurrengo erlazioa bete behar da:

$$\frac{W}{h} = 1 - 1,5 \rightarrow \frac{0,33}{0,25} = 1,32$$

Lortzen den emaitza erlazioak zehazten dituen balioen artean dagoenez dimentsionaketa egokia dela egiaztatzen da.

#### 4.1.2. UBIDEAREN ERAIKUNTZA.

Ubidearen eraikuntza proiektuaren helburu nagusietariko bat ez denez, ikuspuntu konstruktibo garrantzitsuenak baino ez dira aipatuko.

Ubideak in-situ egindako hormigoi armatuaz egingo da, HA-30/P/20/IIA hormigoia eta B-500-S altzairuzko barra uzkurduak erabiliz.



### 4.3. LODIEN HESIA.

Lodien hesia arbastuaren lehenengo atala izango da, honetan tamaina handiko eta ertaineko solidoak geratuko dira. Ubidearen alde batetik bestera eta uraren norabidearekiko elkartzut barrote borobilez osaturiko lodien hesia kokatuko da, bere ezaugarri garrantzitsuenak hurrengoak izanik:

- Barra kopurua = 9.
- Barren diametroa = 10 mm.
- Barren arteko distantzia = 30 mm.

Nahiz eta proiektuan eraikiko den ubidea hormigoi armatukoa izan, 3.irudian agertzen diren lodien hesiak erabiliko dira.



3. Irudia: Garbiketa automatikoa daukaten lodien-hesiak. Iturria: SALHER.

#### 4.3.1.KARGA-GALERA.

Urak hesietatik pasatzean hurrengo adierazpenaren bidez kalkulatu den karga galera jasaten du, karga galera oso handiak izatekotan hesiek ez dira lan zonaldean egongo, haien errendimendua txikituz.

$$\Delta h = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$\Delta h$  = Karga galera (m).

$K_1$  = oztopoen araberako koefizientea.

$K_2$  = Barren sekzioaren araberako koefizientea.

$K_3$  = Barroteen arteko distantziaren araberako koefizientea.

$v$  = Uraren abiadura ubidean.

$v = 1\text{m/s}$ -ko balioa izango du.

$g$  = Grabitatea ( $9,81\text{ m/s}^2$ )

- $K_1 = 2,04$

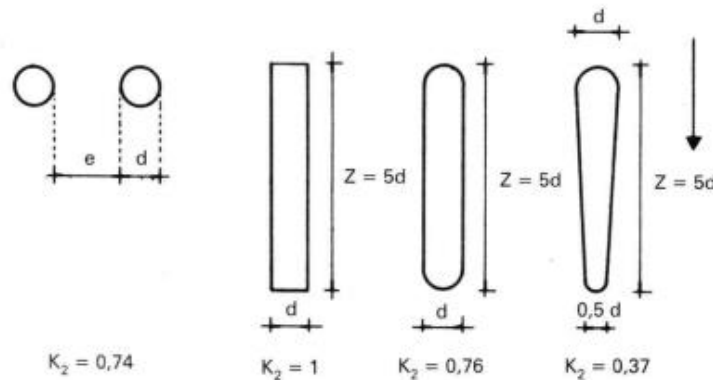
$k_1$ -ren balioak hurrengoak dira:

- Hesi garbiarekin  $\rightarrow K_1 = 1$
- Hesi oztopatuekin  $\rightarrow K_1 = (100/C)^2$   
C-k hesi zikinak daukan pasoa izanik (%), normalean %70-ko balioa dauka.

$$K_1 = \left(\frac{100}{70}\right)^2 = 2,04$$

- $K_2 = 0,74$

$K_2$ ren balioa hesiaren sekzioaren geometriaren arabera da, 4.irudian hesiek izan dezaketen geometria posible guztien  $K_2$  agertzen dira



4. Irudia:  $K_2$  balioak, Hesiaren geometriaren arabera.

Iturria: Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales [29]

- $K_3 = 0,8$

$K_3$ -ren balioa 12.taulan interpolazioak eginez lortzen da.

	$\frac{e}{e+d}$									
$\frac{z}{4} \left( \frac{2}{e} + \frac{1}{h} \right)$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0	245	51,5	18,2	8,25	4,0	2,0	0,97	0,42	0,13	0
0,2	230	48	17,4	7,70	3,75	1,87	0,91	0,40	0,13	0,01
0,4	221	46	16,6	7,40	3,60	1,80	0,88	0,39	0,13	0,01
0,6	199	42	15	6,60	3,20	1,60	0,80	0,36	0,13	0,01
0,8	164	34	12,2	5,50	2,70	1,34	0,66	0,31	0,12	0,02
1	149	31	11,1	5,00	2,40	1,20	0,91	0,29	0,11	0,02
1,4	137	28,4	10,3	4,60	2,25	1,15	0,58	0,28	0,11	0,03
2	134	27,4	9,90	4,40	2,20	1,13	0,58	0,28	0,12	0,04
3	132	27,5	10,0	4,50	2,24	1,17	0,61	0,31	0,15	0,05

12. Taula:  $K_3$  koefizientearen balioak. Iturria: Master en ingeniería y gestión ambiental [29]

z = Barren lodiera. z = 10 mm  
 e = Barren arteko distantzia. e = 30 mm.  
 h = uraren altuera ubidean. h = 250mm  
 d = Barren zabalera. d= 10 mm.

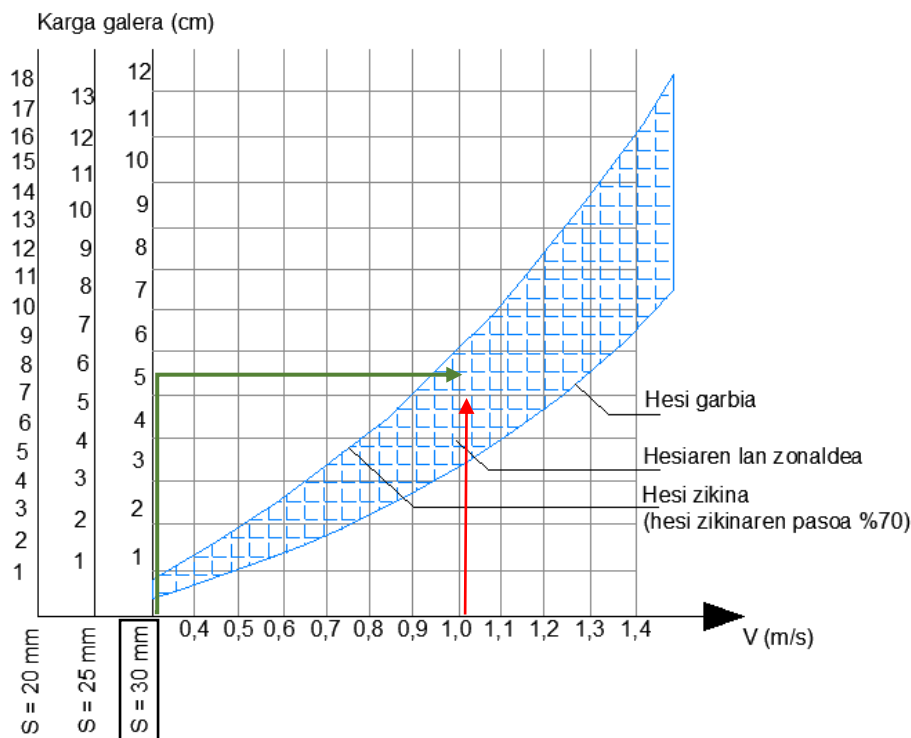
$$\frac{z}{4} \left( \frac{2}{e} + \frac{1}{h} \right) = \frac{10}{4} \left( \frac{2}{30} + \frac{1}{250} \right) = 0,177$$

$$\frac{e}{e+d} = \frac{30}{30+10} = 0,75$$

Lortutako balioak 15.taulari dagokien balioekin interpolatuz K3-ren balioa 0,66 dela lortzen da. Karga galera barretatik pasatzean hurrengoa izanik:

$$\Delta h = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 2,04 \cdot 0,74 \cdot 0,66 \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,0508 \text{ m} = 5,08 \text{ cm}$$

Azkenik, 1.Grafikoaren bidez ematen den karga galerarekin hesiak lan-zonaldean daudela ziurtatzen da.



1. Grafikoa: Hesiaren lan zonaldeak.

Iturria: Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales [28]

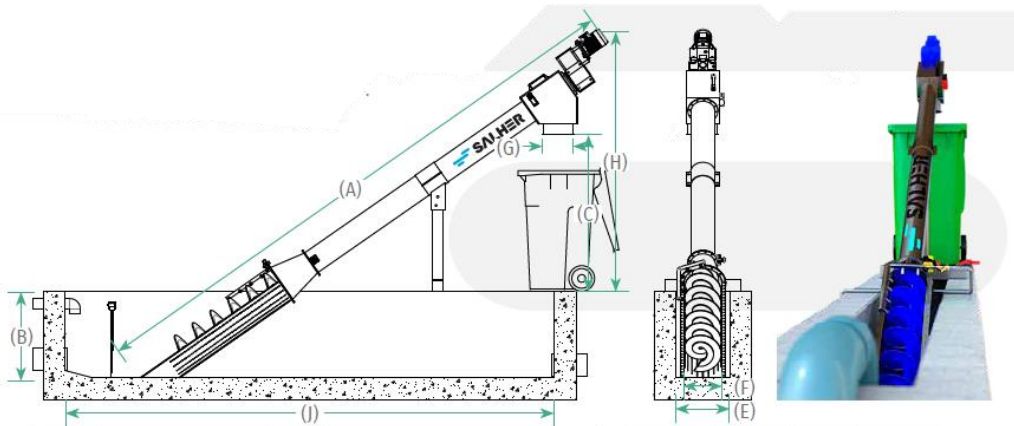
Urtero jasotzen diren solidoen kopurua zehazteko "Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones"-en [13] azaltzen den balioa hartu da:

s = 30mm → 2-5 L/BB.urte, batez besteko balio bezala 3,5 L/BB.urte erabiliko da.

#### 4.4. TORLOJUZKO BAHE BIRAKARIA.

Aurretratamenduaren azken atala lodien hesien bidez kendu ez diren solido ertainak eta meheak atrapatzen dituen torlojuzko bahe birakaria izango da.

Baheen dimentsionaketa egiteko ez daude formula orokorrik, beraz ubideari eta emariei hobeto egokitzen zaion modeloa 5.Irudian aurkezten da.



5. Irudia: Torlojuzko bahe birakaria. Iturria: Salher [30]

Urtero jasotzen diren solidoen kopurua zehazteko “Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones”-en [13] azaltzen den balioa hartu da:

$s = 2-6\text{mm} \rightarrow 15-40 \text{ L/BB.urte}$ , batez besteko balio bezala  $30 \text{ L/BB.urte}$  erabiliko da.

## 5. LEHENENGO TRATAMENDUA.

Lehenengo tratamendu bezala aurrefabrikatutako Imhoff tankea ezartzea erabaki da. Honen dimentsionaketa egiteko ez dira gida praktikoez eskaintzen dituzten formulak eta gomendioak erabiliko, hauek in-situ egiten diren tankeetarako direlako. Dimentsionaketa egiteko, enpresek eskaintzen dituzten parametroen bidez hobeto egokitzen den tankea aukeratuko da.

### 5.1.IMHOFF TANKEAREN DIMENTSIONAKETA.

Proiektuan erabiliko den tankea *Salher* enpresak eskaintzen dituen arazketa gailuen artean aukeratu da. Horretarako enpresak berak eskaintzen duen katalogoaren 16.Taula erabili da, bertan emariaren (m<sup>3</sup>/egun) arabera tankeak izan behar duen bolumena agertzen da. “Manual para la implantacion de sistemas de depuracion en pequeñas poblaciones”-ek tankearen diseinurako batez besteko emaria (Qm, m<sup>3</sup>/egun) erabiltzea gomendatzen du. Bataz besteko emaria m<sup>3</sup>/ egun-etan adierazita diseinurako emariaren berdina da, goi denboraldian **65,76 m<sup>3</sup>/egun** balioa izanik.

CAUDAL [M3/D]	TANQUE IMHOFF		
	VOL. [M3]	LONG [M]	Ø [M]
7,50	7,50	2,79	2,00
15,00	13,50	4,70	2,00
22,50	18,75	4,32	2,50
30,00	26,25	5,85	2,50
37,50	33,75	7,38	2,50
45,00	37,50	8,14	2,50
52,50	45,00	9,67	2,50
60,00	48,75	10,44	2,50
67,50	56,25	11,96	2,50
75,00	63,75	9,60	3,00
90,00	75,00	11,30	3,00

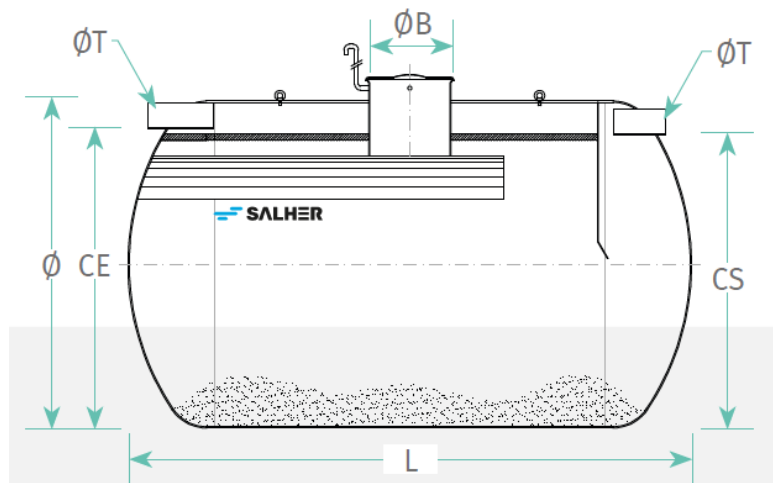
13. Taula: Emariaren arabera Imhoff tankeen bolumenak. Iturria: Salher [30]

13.taularen balioak interpolatuz, 65,75 m<sup>3</sup>/egun-eko emariarentzat 54.510L-ko tankea behar dela lortzen da. 14.taulari arretaz jarriz, balio horri hobeto egokitzen zaion tankea 56.250L-koa da, beraz hau izango da proiektuan erabiliko dena.

CAPACIDAD [LITROS]	Ø [MM]	LONG. [MM]	Ø BOCA [MM]	Ø TUBERÍA [MM]	CE [MM]	CS [MM]
7.500	2.000	2.790	620	160	1.840	1.790
9.000	2.000	3.280	620	160	1.840	1.790
10.500	2.000	3.750	620	160	1.840	1.790
12.000	2.000	4.230	620	160	1.840	1.790
13.500	2.000	4.700	620	160	1.840	1.790
15.000	2.000	5.190	620	200	1.800	1.750
18.750	2.500	4.320	620	200	2.300	2.250
22.500	2.500	5.090	620	200	2.300	2.250
26.250	2.500	5.850	620	200	2.300	2.250
30.000	2.500	6.620	620	250	2.250	2.200
33.750	2.500	7.380	620	250	2.250	2.200
37.500	2.500	8.140	620	250	2.250	2.200
41.250	2.500	8.910	620	250	2.250	2.200
45.000	2.500	9.670	620	250	2.250	2.200
48.750	2.500	10.440	620	250	2.250	2.200
52.500	2.500	11.200	620	250	2.250	2.200
56.250	2.500	11.960	620	250	2.250	2.200
60.000	2.500	12.730	620	315	2.185	2.135

14. Taula: Imhoff tankeen ezaugarriak. Iturria: Salher [30]

Katalogoak Imhoff tanke aurrefabrikatuaren eskema orokor bat eskaintzen du, 6.irudian ikus daitekeena:



6. Irudia: Aurrefabrikatutako Imhoff tankearen eskema orokorra. Iturria: Salher [30]

## 5.2.IRTERAKO PARAMETRO KUTSAKORREN BALIOAK.

Salher katalogotik aukeratutako Imhoff tankeak 15.taulan azaltzen diren errendimenduak lortzen ditu.

PARAMETROA	MURRIZPENA %	AUKERATUTAKO %
SS	70-75	70
OEB <sub>5</sub>	35-40	35
OEK	25-30	25

15. Taula: Imhoff tankean lortutako parametroen murrizpena. Iturria: Salher [30]

Nahiz eta lohien ekoizpen maximoa murrizpen balio handienarekin lortu, balio txikiak (% 70, % 35 eta %25) aukeratu dira, araztegiaren errendimendu maximoa lortzea oso zaila delako. Balio hauek, 2.5.atalaren 10.taulan azaltzen diren balio minimoak gainditzen dituzte, beraz tankearen funtzionamendua egokia da.

Aukeratutako balioak jarraituz, 16.taulan parametro bakoitzaren kontzentrazioa eta karga lehenengo tratamenduaren ostean aurkezten da:

PARAMETROA	SARRERAN			IRTEERAN	
	KONTZENTRAZIOAK (mg/L)	KARGAK (kg/egun)	MURRIZPENA (%)	KONTZENTRAZIOAK (mg/L)	KARGAK (kg/egun)
OEB <sub>5</sub>	Behe denboraldia.	361	7,36	234,65	4,78
	Goi denboraldia.		23,77		15,45
OEK	Behe denboraldia.	722,89	14,75	579,67	11,06
	Goi denboraldia.		47,54		35,65
SS	Behe denboraldia.	421,68	8,60	126,50	2,58
	Goi denboraldia.		27,73		8,32
N	Behe denboraldia.	66,26	1,35	66,26	1,35
	Goi denboraldia.		4,36		4,36
P	Behe denboraldia.	10,84	0,22	10,84	0,22
	Goi denboraldia.		0,71		0,71

16. Taula: Lehenengo tratamenduaren sarreran eta irteeran dauden parametroen balioak.

### 5.3.LEHENENGO MAILAKO LOHIAK.

Lehenengo mailako lohiak, lehenengo dekantagailutik ateratzen diren azpiproduktuak izan arren, proiektu honetan Imhoff tanketik ateratzen diren lohiei horrela deituko zaie. Azpiproduktu hauek suspentsio-solidoez eta urez osaturik daude, haien hezetasuna % 95ekoa izanik. Hezetasuna % 95a izateak SS-en kontzentrazioa % 5eko dela esan nahi du, hau da 100kg lohietan 5kg SS egongo dira.

Imhoff tankean gutxi gora behera hilabete bat egoteagatik haien materia lurrunkorra % 38a txikitzen da, egonkortutako lohiak direla adierazten duena.

Sortzen diren lohien kontzentrazioa behe denboraldian eta goi denboraldian ezberdinak direnez, biztanle kopurua nabarmenki aldatzen delako, kalkuluak bi sasoiatarako egingo dira.

- **Behe denboraldian.**

Suspentsio-solidoen kontzentrazioetik abiatuz, egunero lohi moduan ezabatzen diren SSak kalkulatu dira.

$$421,68 \frac{mg\ SS}{L\ hhu} \cdot 20400 \frac{L\ hhu}{egun} \cdot \frac{1\ kg\ SS}{10^6\ mg\ SS} \cdot \frac{70\ kg\ SS\ lohi\ bihurtu}{100\ kg\ SS} = 6,02 \frac{kg\ SS\ lohi\ bihurtu}{egun}$$

Lohietan dauden SS-en kontzentrazioa %5ekoa denez, lohien dentsitatea uraren dentsitatearen berdina dela kontuan izango da, horrela egunero sortzen diren m<sup>3</sup> lohi kalkulatu dira.

$$6,02 \frac{kg\ SS}{egun} \cdot \frac{100\ kg\ lohi}{5\ kg\ SS} \cdot \frac{1\ L\ lohi}{1\ kg\ lohi} \cdot \frac{1\ m^3\ lohi}{1000\ L\ lohi} = 0,12 \frac{m^3\ lohi}{egun}$$

Laburbilduz, behe denboraldian **egunero 0,12m<sup>3</sup> lohi** ekoiztuko dira, zeinetan 6,02kg suspentsio solido egongo dira.

- **Goi denboraldia.**

Suspentsio solidoen kargatik abiatuz, egunero lohi moduan ezabatzen diren SS-ak kalkulatu dira.

$$27,73 \frac{kg\ SS}{egun} \cdot \frac{70\ kg\ SS\ lohi\ bihurtu}{100\ kg\ SS} = 19,41 \frac{kg\ SS\ lohi\ bihurtu}{egun}$$

Lohietan dauden SS-en kontzentrazioa %5ekoa dela eta lohien dentsitatea uraren dentsitatearen berdina dela kontuan izanik egunero sortzen diren m<sup>3</sup> lohi kalkulatu dira.

$$19,41 \frac{kg\ SS}{egun} \cdot \frac{100\ kg\ lohi}{5\ kg\ SS} \cdot \frac{1\ L\ lohi}{1\ kg\ lohi} \cdot \frac{1\ m^3\ lohi}{1000\ L\ lohi} = 0,39 \frac{m^3\ lohi}{egun}$$

Laburbilduz, goi denboraldian **egunero 0,39m<sup>3</sup> lohi** ekoiztuko dira, zeinetan 19,41kg suspentsio-solido egongo dira.



## 6. BIGARREN TRATAMENDUA.

Bigarren tratamendua edo tratamendu biologikoa, hiriko hondakin-uren hurrengo prozesua da. Hau osatzen duten gailuak, aireztatze jarraian oinarritzen den errektore biologikoa eta bigarren mailako dekantagailua dira.

Nahiz eta aurrefabrikatutako errektorea eta dekantagailua erabili, dimentsionaketa egiteko ez dira katalogoek eskaintzen dituzten urratsak jarraituko, hauetan biztanle baliokideen arabera behar den errektorearen bolumena zehazten delako, lohien adina kontuan izan barik.

Proiektua inguru hotz batean kokatuta dagoenez, nahiz eta neguan udan baino biztanle gutxiago egon eta sortzen den lohi kopurua txikiagoa izan, baliteke neguko hilabetetan errektore handiago baten beharra izatea.

### 6.1.ERREAKTORE BIOLOGIKOAREN DIMENTSIONAKETA.

Errektore biologikoa, batez ere prozesu biologikoen bidez materia organikoaren degradazioa ahalbidetzen duten egitura da. Errektore biologikoak bi ganberatan bereizten da:

- Ganbera anaerobioa: Desnitrifikazioa gertatzen den gunea.
- Ganbera aerobioa: Nitrifikazioa gertatzen den gunea.

Errektorearen dimentsionaketa egin baino lehen, hainbat parametro kalkulatu behar dira, adibidez lohien adina eta hauen ekoizpena.

Horretarako “Manual de diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales”-ek [28], “Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones”-ek [13] eta ATV-A131 Alemaniar araudiak [31] eskinitako informazioa baliagarritasun handikoak izan dira.

#### 6.1.1. LOHIAREN ADINA.

Lohiaren adina, errektorean dauden mikroorganismoen eta egunero ateratzen diren gehiegizko suspentsio solidoen ( $F_g$ ) arteko zatidura egiten lortzen da.

$$\theta = \frac{NLSS \cdot V}{F_g}$$

- $V$ : Dekantagailu biologikoare bolumena ( $m^3$ ).
- $\theta$ : lohiaren adina (egun).
- $F_g$ : Ekoiztutako gehiegizko SSak (kg/egun).
- $NLSS$ : Nahaste Likorean dauden Suspentsio-Solidoak. Errektoreak eta dekantagailuak orekan egoteko itzulerako lohian egon behar diren SS-ak.

Gida praktikoez gomendatzen duten ohiko balioa:  $4\text{kg}/m^3$

Sortu diren nitratoak desnitrifikatzen badira, gomendatzen den aukera dena, lohien adina  $\geq 25$  egun izan behar da.

Ala ere, ATV-131 Alemaniar araudiak hondakin uren tenperaturak ezagunak direnean hurrengo adierazpenaren bidez kalkulatzeko gomendatzen du:

$$\theta \geq 25.1,072^{(12-T)}$$

2.3.atalean azaldu den moduan neguko hilabetetan hondakin urek 10 °C-ko tenperatura izango dute eta udan 20,4 °C. Hori kontuan izanda lohien adina sasoi bakoitzean kalkulatu da:

- **Neguan:**

$$\theta_N \geq 25.1,072^{(12-10)} = 28,72 \text{ egun} \geq 25 \text{ egun} \rightarrow \theta_N = \mathbf{29 \text{ egun}}$$

- **Udan:**

$$\theta_U \geq 25.1,072^{(12-20,4)} = 13,9 \text{ egun} \leq 25 \text{ egun} \rightarrow \theta_U = \mathbf{25 \text{ egun}}$$

### 6.1.2. DESNITRIFIKAZIO GANBERA.

Erreaktorean desnitrifikazioa gertatzea gomendagarria da, bigarren dekantagailuan kontrolik gabe ez gertatzeko.

Hori dela eta, erreaktore biologikoak nitrifikazio eta desnitrifikazio prozesuak gertatzeko bi ganberaz osatuta egongo da. Desnitrifikazio ganbera edo ganbera anoxikoaren eta erreaktore guztiaren bolumenaren arteko erlazioa, desnitrifikatu behar diren nitratoen eta OEB<sub>5</sub>-ren arteko erlazioaren menpekoa da. Normalean bolumenaren arteko erlazio hau %20-50 balioak izaten ditu.

Desnitrifikatu behar diren nitratoen informaziorik ez dagoenean bolumenaren arteko erlazioak %30-eko balioa hartzen du.

Proiektu honetan hiriko hondakin-uraren azterketarik egin ez direnez ezin dira nitrifikatu beharreko nitratoen kontzertazioa zehaztu eta ondorioz bai neguan bai udan desnitrifikazio ganberaren eta erreaktore osoaren bolumenaren arteko erlazioa % **30**eko balioa izango du.

Aurrefabrikatutako erreaktorea izan arren, fabrikatzailearekin hitz egingo da ganbera bakoitzaren dimentsioak ezartzeko, eskaintzen dituzten gailuetan aldaketak egiteko aukerak daudelako.

### 6.1.2.1. NITRIFIKAZIO-DESNITRIFIKAZIO PROZESUAK.

Hondakin uretan, nitrogenoa (N) modu askotan aurkitu daiteke eta honek aldaketa anitz izan ditzake tratamenduetan zehar. Aldaketa hauek, amonioa ( $NH_4^+$ ) ezabatzeko errazagoak diren beste produktuetan eraldatzen dute.

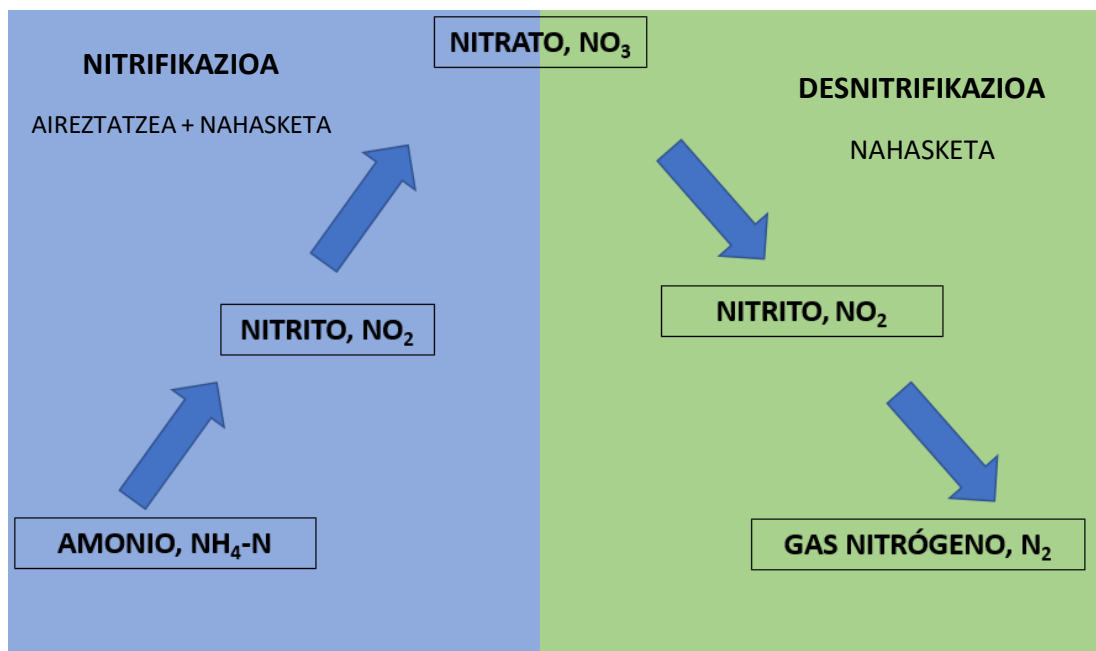
Nitrifikazio eta desnitrifikazio prozesuan, nitrogenoaren ezabapena bi etapetan lortzen da.

- **Nitrifikazioa:** Hondakin uretan nitrogenoa ezabatzeko lehenengo etapa da, hau bi bakterio motei esker aurrera eraman daiteke.
  - Nitrosomak; amoniakoa nitritoan oxidatzen dute, azken honek tarteko produktua izanik.
  - Nitrobakterrak; nitritoa nitratora eraldatzen dute.

Bakterio autotrofo mota hauek pH, temperatura, disolbatutako oxigenoa eta alkalinitate aldaketei oso sentikorrek dira. Bakterio hauek haien hazkuntzarako konposatu inorganikoak erabiltzen dituzte. [32]

- **Desnitrifikazioa:** Bigarren etapa hau egoera anoxikoetan gertatzen da eta nitratoa nitritoa murriztua izan ondoren azken honek nitrogeno gasera eraldatzen da. Eraldaketa hau bakterio heterotrofoen bidez ematen da, zeinek haien hazkuntzarako konposatu organikoak erabiltzen dituzte. [32]

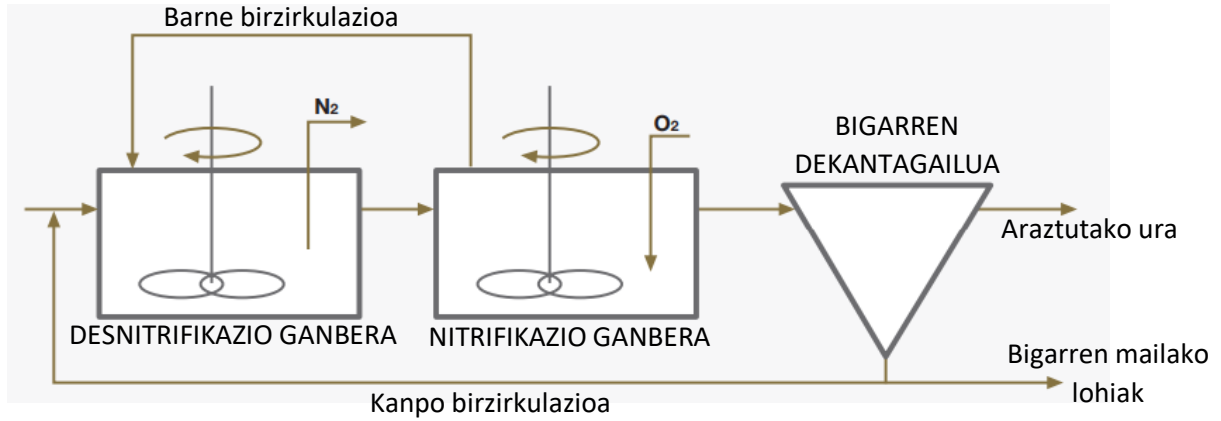
7.irudian hondakin nitrifikazio-desnitrifikazio zikloa aurkezten da.



7. Irudia: Nitrifikazio-desnitrifikazio prozesuak. Iturria: Airation industries [33]

Prozesu hauek jasaten dituzten araztegi ohiko diseinuetan, tanke anoxikoa aireztatzea duen tankearen aurretik jartzen da, OEB-ak desnitrifikazio tasa areagotzen duelako.

Desnitrifikazio ganbera, ganbera aerobioaren aurretik daukaten araztegiak 8.irudian azaltzen den eskema jarraitzen dute.



8. Irudia: Ohiko araztegiaren eskema. Iturria: arc-cat [34]

### 6.1.3. FOSFOROAREN EZABAPENA.

Fosforoak (P) Nitrogenoarekin (N) batera, kantitate handitan eutrofizazio prozesuen eragilea da, hori dela eta, hiriko hondakin-uren isurietan berebiziko kontrola eta murrizpena ezartzea gomendatzen da.

Prozesu biologikoen bidez fosforoaren zati bat ezabatzea lortuko da eta gainontzeko zatia,  $Fe^{3+}$  gehituz hondakin-uretatik hauspeatzeko lortuko da. Hauspeatu behar den fosforoa zehazteko hurrengo adierazpena erabiliko da:

$$P_{HAUS,Fe} = P_s - P_i - P_{Biol}$$

- $P_s$ : Fosforoaren kontzentrazioa errektorearen sarreran.  
 $P_s = 10,84 \text{ mg P/Lhhu}$
- $P_i$ : Fosforoaren kontzentrazioa errektore biologikoaren irteeran.  
 $P_i = 1,95 \text{ mg P/Lhhu}$
- $P_{biol}$ : Biologikoki ezabatutako fosforoaren kontzentrazioa.  
 $P_{biol} = 0,005 \cdot C_{OEB_5,S} = 1,17 \text{ mg P/Lhhu}$   
 $C_{OEB_5,S}$ : OEB<sub>5</sub>-ren kontzentrazioa errektorearen sarreran;  $234,65 \text{ mg O}_2/\text{Lhhu}$

$$P_{HAUS,Fe} = 10,84 - 1,95 - 1,17 = 7,72 \text{ mg } P_{haus}/\text{Lhhu}$$

“Manual para la implantacion de sistemas de depuracion en pequeñas poblaciones”-ek azaltzen du  $2,7 \text{ kg } Fe^{3+}$  behar direla  $1 \text{ kg P}$  hauspeatzeko ezabatzeko. Modu horretan  $7,72 \text{ mg P}$  hauspeatzeko behar den  $Fe^{3+}$  lortzen da:

$$2,7 \frac{\text{mg } Fe^{3+}}{\text{mg } P_{haus}} \cdot 7,72 \frac{\text{mg } P_{haus}}{\text{L hhu}} = 20,84 \frac{\text{mg } Fe^{3+}}{\text{L hhu}}$$

Hiriko hondakin-ur litro batean dagoen fosforoa hauspeatzeko  $20,84 \text{ mg } Fe^{3+}$  behar dira.

$Fe^{3+}$  oinarrian daukan konposatu batek kloruro Ferrikoa ( $FeCl_3$ ) da, honen bidez fosforoaren murrizpenak % 80-90ra hel daitezke, isurien balioak  $2 \text{ mg/L}$  baino txikiagoak izanik.

Behar den Kloruro Ferrikoaren kontzentrazioa lortzeko:

$$20,84 \frac{\text{mg } Fe^{3+}}{\text{L hhu}} \cdot \frac{1 \text{ mmol } Fe^{3+}}{55,85 \text{ mg } Fe^{3+}} \cdot \frac{1 \text{ mmol } FeCl_3}{1 \text{ mmol } Fe^{3+}} \cdot \frac{162,2 \text{ mg } FeCl_3}{1 \text{ mmol } FeCl_3} = 60,52 \text{ mg } FeCl_3/\text{Lhhu}$$

Behin behar den kloruro ferrikoaren kontzentrazioa ezagututa neguan eta udan behar den konposatu honen karga kalkulatu da:

- **Neguan:**

$$60,52 \frac{\text{mg FeCl}_3}{\text{Lhhu}} \cdot \frac{1000 \text{ Lhhu}}{1 \text{ m}^3 \text{ hhu}} \cdot 20,4 \frac{\text{m}^3 \text{ hhu}}{\text{egun}} \cdot \frac{1 \text{ kg FeCl}_3}{10^6 \text{ mg FeCl}_3} = 1,23 \text{ kg FeCl}_3/\text{egun}$$

- **Udan:**

$$60,52 \frac{\text{mg FeCl}_3}{\text{Lhhu}} \cdot \frac{1000 \text{ Lhhu}}{1 \text{ m}^3 \text{ hhu}} \cdot 65,76 \frac{\text{m}^3 \text{ hhu}}{\text{egun}} \cdot \frac{1 \text{ kg FeCl}_3}{10^6 \text{ mg FeCl}_3} = 3,98 \text{ kg FeCl}_3/\text{egun}$$

Udan eta neguan disoluzioaren zenbat litro behar diren kalkulatu baino lehen beste datu bat ezagutu behar da:

- Kloruro Ferriko komertzialak %40-ko disoluzioan saltzen da, 1,42kg/L-ko dentsitatearekin.

- **Neguan:**

$$1,23 \frac{\text{kg FeCl}_3}{\text{egun}} \cdot \frac{100 \text{ Kg dis.}}{40 \text{ kgFeCl}_3} \cdot \frac{1 \text{ Ldis}}{1,42 \text{ Kg dis}} = 2,16 \text{ Ldis./egun}$$

- **Udan:**

$$3,98 \frac{\text{kgFeCl}_3}{\text{egun}} \cdot \frac{100 \text{ Kg dis.}}{40 \text{ kgFeCl}_3} \cdot \frac{1 \text{ Ldis}}{1,42 \text{ Kg dis}} = 7,00 \text{ Ldis./egun}$$

Laburbilduz, fosforoaren kontzentrazioa 1,95mgP/Lhhu-tara murrizteko kloruro ferrikozko disoluzioa gehitu behar da, neguko hilabeteetan 2,16 L disoluzio egunero eta udan 7,00 L disoluzio egunero.

#### 6.1.4. BIGARREN MAILAKO LOHIEN EKOIZPENA.

Erreaktore biologikoaren bolumena kalkulatzeko, bigarren mailako gehiegizko lohiak ( $F_g$ ) ezagutu behar dira. Bigarren tratamenduan gertatzen diren prozesuak direla eta, gehiegizko SS-ak sortzen dira, eta hauekin batera gehiegizko lohiak, hauek materia organikoaren degradaziotik eta fosforoaren ezabapenetik sortzen diren azpiproduktuak dira.

$$F_g = F_C + F_P$$

- $F_g$ : Ekoiztutako gehiegizko SS totalak.
- $F_C$ : Materia organikoaren ezabapenaren ondorioz sortutako SS-ak.
- $F_P$ : Fosforoaren ezabapenaren ondorioz sortutako SS-ak.

Lohi aktibatuen prozesuetan, SS/OEB<sub>5</sub> erlazioak 0,7-1,1 ( mgSS / mgOEB<sub>5</sub> ) arteko balioak izaten ditu. Aireztatze jarraiak lohi aktibatuen bariante bat denez erlazio hau erabilgarria izango da, 0,9-ko balioa hartuz. Modu horretan  $F_C$ -ren adierazpena hurrengoa da:

$$F_C = 0,9 \cdot Q_{m,d} \frac{(OEB_{5,sarera} - OEB_{5,irtera})}{1000}$$

Fosforoaren deuseztatze biologikoa dela eta 3g SS sortzen dira ezabatutako P gramo bakoitzetik eta Fe-ren eraginez hauspeatzen den P gramo bakoitzetik 6,8g SS sortzen dira. Beraz:

$$F_P = Q_{m,d} \frac{3 \cdot P_{biol} + 6,8 \cdot P_{haus,Fe}}{1000}$$

- $Q_{m,d}$ : Bataezbesteko emaria (m<sup>3</sup>/egun).
- $P_{biol}$ : Biologikoki ezabatutako fosforoaren kontzentrazioa. (mgP/Lhhu).
- $P_{haus,Fe}$ : Fe-ren bidez hauspeatutako eta ezabatutako fosforoaren kontzentrazioa. (mgP/Lhhu).

SS-en ekoizpena neguko eta udako hilabetetarako kalkulatu da, bi sasietan emaiak ezberdinak direlako. Neguko hilabetetarako behe denboraldiko emariak erabiliko dira eta udako hilabetetarako goi denboraldiko emariak.

- **Neguan**

$$F_{C,N} = 0,9 \frac{mgSS}{mg OEB_5} \cdot 20,4 \frac{m^3}{egun} \cdot \frac{\left(234,65 \frac{mg OEB_5}{L hhu} - 23,46 \frac{mg OEB_5}{L hhu}\right)}{1000} = 3,88 \frac{kg SS}{egun}$$

$$F_{P,N} = 20,4 \frac{m^3}{egun} \cdot \frac{3 \frac{mgSS}{mgP} \cdot 1,17 \frac{mgP}{L hhu} + 6,8 \frac{mgSS}{mgP} \cdot 7,72 \frac{mgP}{L hhu}}{1000} = 1,14 \frac{kg SS}{egun}$$

$$F_{g,N} = F_{C,N} + F_{P,N} = 5,02 \text{ Kg SS/egun}$$

- **Udan:**

$$F_{C,U} = 0,9 \frac{mgSS}{mg OEB_5} \cdot 65,76 \frac{m^3}{egun} \cdot \frac{\left(234,65 \frac{mg OEB_5}{L hhu} - 23,46 \frac{mg OEB_5}{L hhu}\right)}{1000} = 12,50 \frac{kg SS}{egun}$$

$$F_{P,U} = 65,76 \frac{m^3}{egun} \cdot \frac{3 \frac{mgSS}{mgP} \cdot 1,17 \frac{mgP}{L hhu} + 6,8 \frac{mgSS}{mgP} \cdot 7,72 \frac{mgP}{L hhu}}{1000} = 3,68 \frac{kg SS}{egun}$$

$$F_{g,U} = F_{C,U} + F_{P,U} = 16,18 \text{ Kg SS/egun}$$

Gehiegizko suspentsio solidoetaz (Fg) aparte lehenengo tratamenduan ezabatu ez diren suspentsio solidoek bigarren tratamenduaren bidez %90eko murrizketa jasango dute.

- **Behe denboraldian:**

Egunero lohietara pasatuz ezabatzen diren SS-ak:

$$126,5 \frac{mg SS}{Lhhu} \cdot 20400 \frac{Lhhu}{egun} \cdot \frac{1kg SS}{10^6 mg SS} \cdot \frac{90 kg SS lohietan}{100kg SS} = 2,32 \frac{kg SS lohietan}{egun}$$

- **Goi denboraldian:**

Egunero lohietara pasatuz ezabatzen diren SS-ak:

$$126,5 \frac{mg SS}{Lhhu} \cdot 65760 \frac{Lhhu}{egun} \cdot \frac{1kg SS}{10^6 mg SS} \cdot \frac{90 kg SS lohietan}{100kg SS} = 7,45 \frac{kg SS lohietan}{egun}$$



Aireztatze jarraian gertatzen diren prozesu guztien ostean lortzen diren egonkortutako lohi kopurua zehazteko hauen hezetasuna %98an finkatuko da, SS-en kontzentrazioa %2 izanik.

- **Behe denboraldian:**

Behe denboraldian sortzen diren SS totalak:

$$SS_{T,N} = F_{g,N} + SS = 5,02 \text{ Kg} \frac{SS}{egun} + 2,32 \frac{\text{kg SS}}{egun} = 7,34 \text{ KgSS/egun}$$

Lohietan dauden SS-en kontzentrazioa %2ekoa dela eta lohien dentsitatea uraren dentsitatearen berdina dela kontuan izanik egunero sortzen diren m<sup>3</sup> lohi kalkulatu dira.

$$7,34 \frac{\text{kg SS}}{egun} \cdot \frac{100 \text{ kg lohi}}{2 \text{ kg SS}} \cdot \frac{1 \text{ L lohi}}{1 \text{ kg lohi}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3 \text{ lohi}}{1000 \text{ L lohi}} = 0,37 \frac{\text{m}^3 \text{ lohi}}{egun}$$

Laburbilduz, behe denboraldian **egunero 0,37m<sup>3</sup> lohi** ekoiztuko dira, zeinetan 7,3kg suspentsio solido egongo dira.

- **Goi denboraldian:**

Goi denboraldian sortzen diren SS totalak:

$$SS_{T,U} = F_{g,U} + SS = 16,18 \text{ Kg} \frac{SS}{egun} + 7,45 \frac{\text{kg SS}}{egun} = 23,63 \text{ KgSS/egun}$$

Lohietan dauden SS-en kontzentrazioa %2ekoa dela eta lohien dentsitatea uraren dentsitatearen berdina dela kontuan izanik egunero sortzen diren m<sup>3</sup> lohi kalkulatu dira.

$$23,63 \frac{\text{kg SS}}{egun} \cdot \frac{100 \text{ kg lohi}}{2 \text{ kg SS}} \cdot \frac{1 \text{ L lohi}}{1 \text{ kg lohi}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3 \text{ lohi}}{1000 \text{ L lohi}} = 1,18 \frac{\text{m}^3 \text{ lohi}}{egun}$$

Laburbilduz, behe denboraldian **egunero 1,18m<sup>3</sup> lohi** ekoiztuko dira, zeinetan 26,63kg suspentsio solido egongo dira.

### 6.1.5. ERREAKTORE BIOLOGIKOAREN BOLUMENA.

Erreaktore biologikoaren bolumena lohien adinaren, huen kopuruaren eta suspentsioan dauden solidoen menpekota izango da:

$$V = \frac{\theta \cdot F_g}{NLSS}$$

- $V$ : Dekantagailu biologikoaren bolumena ( $m^3$ ).
- $\theta$ : Lohiaren adina (egun).
- $F_g$ : Ekoiztutako gehiegizko SSak (kg/egun).
- $NLSS$ : nahaste likorean dauden Suspentsio-Solidoak. Erreaktoreak eta dekantagailuak orekan egoteko itzulerako lohian egon behar deiren SS-ak.  
Gida praktikoez gomendatzen duten ohiko balioa:  $4kg/m^3$

Neguan eta udan lohien adina eta kopurua ezberdina denez kalkuluak bi sasoiarako egingo dira

- **Neguan:**

$$V = \frac{\theta \cdot F_g}{NLSS} = \frac{29 \text{ egun} \cdot 5,02kgSS/egun}{4kg/m^3} = 39,39m^3 = 36.395 L$$

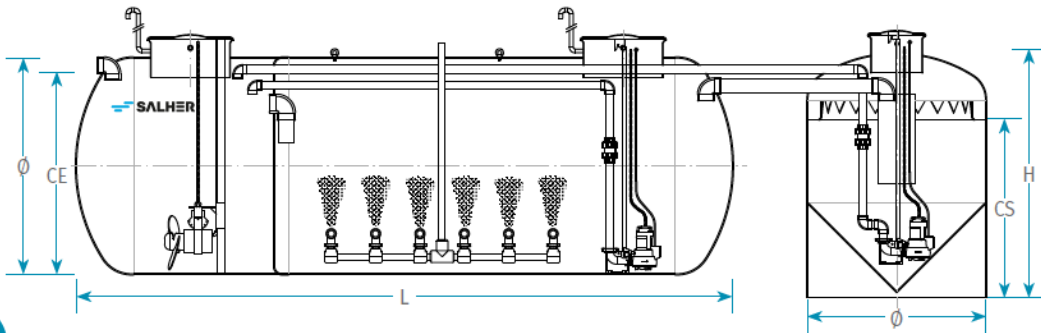
- **Udan:**

$$V = \frac{\theta \cdot F_g}{NLSS} = \frac{25 \text{ egun} \cdot 16,18kgSS/egun}{4kg/m^3} = 101,12m^3 = 101.125 L$$

Erreaktore biologikoaren dimentsionaketa egiteko udako balioa hartuko da.

Salher-ek eskaintzen duen katalogoa begiratu erreaktore egokiena **121.000L**-koa da. Haien erreferentzia erabiliz 500 biztanle baliokideetarako egokia da baina lehen esan den moduan proiektuan ez da enpresak eskaintzen duen urratsa jarraituko haiek tenperaturak kontuan izaten ez dutelako.

9.irudian erreaktore biologiko eta honekin batera datorren dekantagailu aurrefabrikatuaren eskema agertzen da, baita ere aukeratu den erreaktorearen ezaugarriak lauki gorri batean.



Reactor biológico

HAB/ EQV	VOLUMEN [LITROS]	Ø [MM]	LONGITUD [MM]	CE [MM]	Ø TUBERÍAS [MM]	COMPRESOR (KW)	BOMBA REC. (KW)	AGITADOR (KW)
250	60.000	2.500	12.710	2.300	200	3	0,55	0,6
300	73.000	3.000	10.900	2.750	250	3	0,55	0,6
350	81.000	3.000	12.050	2.750	250	4	0,55	0,6
400	95.000	3.500	10.550	3.250	250	5,5	0,55	0,6
500	121.000	3.500	13.250	3.250	250	5,5	0,55	0,6

9. Irudia: Aurrefabrikatutako errektore biologikoa eta bigarren mailako dekantagailua.  
 Iturria: Salher [30]

### 6.1.6. OXIGENO ESKARIA.

Egunero behar den oxigenoa ( $O_d$ ), 2-3  $\text{kgO}_2$  artean dago  $\text{kg OEB}_5$  bakoitzeko. Ohiko balioa  $2,5\text{kgO}_2/$  ezabatutako  $\text{kgOEB}_5$  izanik.

Beharrezko oxigeno transferentzia hurrengo adierazpenaren bidez kalkula daiteke:

$$\alpha \cdot OC = \frac{O_d \cdot OEB_5(E)}{24}$$

- $\alpha \cdot OC$ : Lohi aktiboek aireztatze tankean behar duten oxigeno eskaria ( $\text{kg O}_2/\text{h}$ ).
- $O_d$ : Egunero behar den oxigenoa. ( $2,5 \text{ kgO}_2/\text{kgOEB}_5$ ).
- $OEB_5(E)$ : Egunero errektorean sartzen diren  $\text{kg OEB}_5$  ( $\text{kg OEB}_5/\text{egun}$ ), hau da;  $Q_m \cdot OEB_5$ .

Adierazpen hau baliagarria izateko  $NTK/OEB_5$ -ren arteko erlazioa gutxienez 0,2ko balioa izan behar du.

$$\frac{NTK}{OEB_5} = \frac{66,26}{234,65} = 0,28 \geq 0,2 \rightarrow \text{Adierazpena erabilgarria da.}$$

• **Behe denboraldian:**

$$\alpha.OC = \frac{2,5 \frac{\text{kg O}_2}{\text{kgOEB}_5} \cdot 4,78 \frac{\text{kg OEB}_5}{\text{egun}}}{24} = 0,48 \frac{\text{kg O}_2}{\text{egun}}$$

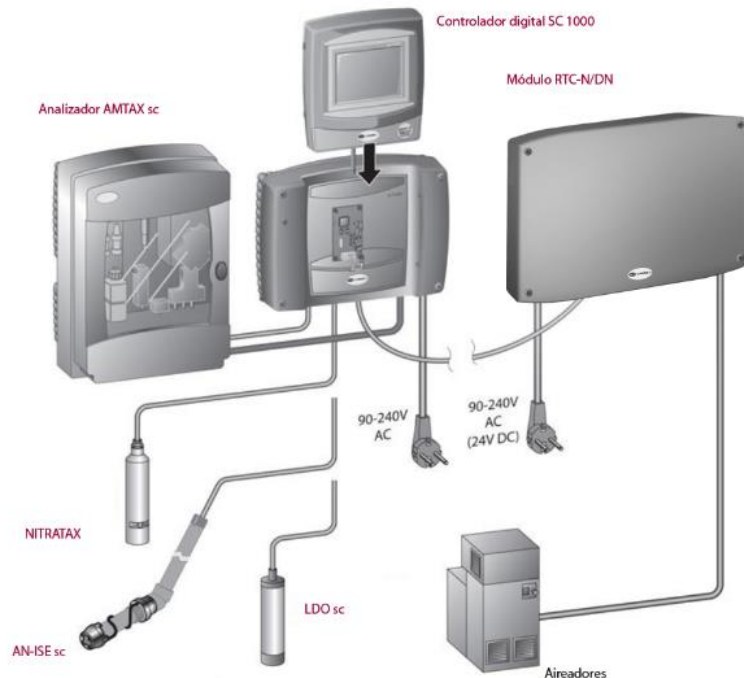
Adierazpenak konbertsio faktoreak aplikatzearen berdina da:

$$2,5 \frac{\text{kg O}_2}{\text{kgOEB}_5} \cdot 4,78 \frac{\text{kg OEB}_5}{\text{egun}} \cdot \frac{1 \text{ egun}}{24 \text{ h}} = 0,48 \frac{\text{kg O}_2}{\text{egun}}$$

• **Goi denboraldian:**

$$\alpha.OC = \frac{2,5 \frac{\text{kg O}_2}{\text{kgOEB}_5} \cdot 15,45 \frac{\text{kg OEB}_5}{\text{egun}}}{24} = 1,54 \frac{\text{kg O}_2}{\text{egun}}$$

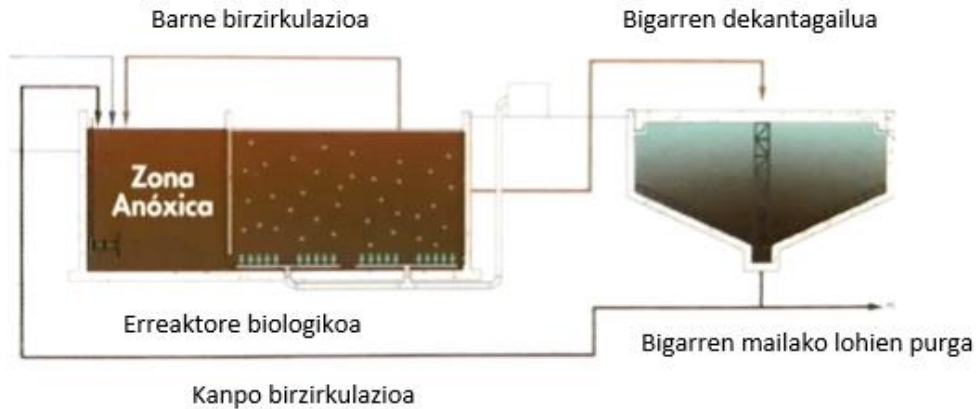
Nahitazko da erreaktorean aireztatzea kontrolatzen duen gailu automatiko bat egotea. Populazio txikietako araztegietan, programatu daitekeen tenporizadore baten bidez abiarazi-gelditze sistema bat ezartzea ohikoa da. Horretarako HECH enpresak eskaintzen duen gailua erabiliko da, 10.irudia, honek nitrifikazio-desnitrifikazio prozesuak kontrolatuko ditu gehiegizko aireztatzea ekiditeko.



10. Irudia: Nitrifikazio-desnitrifikazio prozesuak kontrolatzen dituen gailua. Iturria: HECH [35]

### 6.1.7. LOHIEN BIRZIRKULAZIOA.

Mikroorganismoen populazioa mantentzeko lohiaren birzirkulazioa beharrezkoa da. Bi birzirkulazio mota bereiz daitezke, kanpo birzirkulazioa eta barne birzirkulazioa.



#### 11. Irudia: Lohiaren birzirkulazioaren eskema.

Iturria: Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones [13].

#### 6.1.7.1. Kanpo birzirkulazioa.

Erreaktorean solidoen kontzentrazioa mantentzeko kanpo birzirkulazioa beharrezkoa da. Lohiak bigarren dekantagailutik desnitrifikazio ganberara eramateko erabiliko diren ponpek batzuek besteko emariaren %150a ponpatzeko gai izan behar dira.

#### 6.1.7.2. Barne birzirkulazioa.

Desnitrifikazioa erreaktorearen buruan egiten bada, erreaktorearen gune aerobiotik ganbera anaerobioraino barne birzirkulazio sistema bat gehitu behar zaio. Birzirkulazioaren balioa, kendu nahi den nitrogenoaren errendimenduaren arabera da, balio gomendagarria 3 aldiz batez besteko emaria izanik.

Momentu bakoitzean beharrezkoa den ponpaketa zehazteko aurrefabrikatutako tankeak dispositibo batzuk izango ditu.

## 6.2.BIGARREN DEKANTAGAILUAREN DIMENTSIONAKETA.

Bigarren mailako dekantagailuak araztutako ura, errektoretik irteten den biomasatik banatzea helburua duen gailua da.

Nahiz eta aurrefabrikatutako dekantagailua erabil honen dimentsioak zehazteko AT-131 alemaniar araudia [31] erabiltzea gomendatzen da.

### 6.2.1. LOHI BOLUMENEN INDIZEA ETA LODITZEKO DENBORA BAIMENDUA.

Lohi bolumen indizea (LBI) edo Sludge volumetric index (SVI), hondakin uren konposizioaren eta aireztapen deposituaren nahastearen ezaugarrien arabera da. Hondakin ur komertzialek eta industrialek lohi bolumen indize altuagoak ekar ditzakete. Proiektu honetan industriarrik ez dagoenez hauen eragina onuragarri bezala hartuko da, LBI-ren balioa 100L/kg-tan ezarri.

Treatment target	SVI (l/kg) Industrial/commercial wastewater influence	
	Favourable	Unfavourable
Without nitrification	100 - 150	120 - 180
Nitrification (and denitrification)	100 - 150	120 - 180
Sludge stabilisation	75 - 120	120 - 150

17. Taula: Lohi bolumen indizea. Iturria: ATV-A 131 [9]

Loditzeko baimendutako denbora ( $t_i$ ) zehazteko, kontuan izango da proiektuaren araztegiaren desnitrifikazio prozesuak gertatzen direla, beraz  $t_i$  2h-koa izango da.

Type of wastewater treatment	Thickening time $t_{th}$ in h
Activated sludge plants without nitrification	1.5 - 2.0
Activated sludge plants with nitrification	1.0 - 1.5
Activated sludge plants with denitrification	2.0 - (2.5)

18. Taula: Loditzeko baimendutako denbora. Iturria: ATV-131 [9]

### 6.2.2. SUSPENSIO SOLIDOEN KONTZENTRAZIOA ITZULERAKO LOHIETAN.

Erreaktore biologikoaren eta bigarren mailako dekantagailuaren funtzionamendua egokia izatea bigarren mailako dekantagailuaren sarreran dauden solidoen kontzentrazioak, birzirkulazio lohien kontzentrazioak eta birzirkulazio erlazioak baldintzatzen dute.

Dekantagailuaren eta erreaktorearen artean oreka lortzeko itzulerako lohietan egon behar diren suspentsio solidoen kontzentrazioa hurrengoa izan behar da:

$$NLSS = \frac{RB \cdot SS_{IL}}{1 + RB}$$

- $NLSS$ : Nahaste Likorean dauden Suspentsio-Solidoak. Erreaktoreak eta dekantagailuak orekan egoteko itzulerako lohian egon behar deiren  $SS$ -ak ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ).
- $RB$ : Birzirkulazio minimoa.  $RB=0,75$
- $SS_{IL}$ :  $SS$ -ak itzulerako lohian.

Fluxu horizontaleko dekantagailu estatiko baten itzulerako lohietan dauden suspentsio solidoen kontzentrazioa hurrengo adierazpenaren bidez kalkulatu daiteke:

$$SS_{IL} = 0,7 \cdot SS_{DH} = 0,7 \cdot \frac{1000}{LBI} \sqrt[3]{t_l} = 0,7 \cdot \frac{1000}{100} \sqrt[3]{2} = 12,60 \text{ Kg}/\text{m}^3$$

- $SS_{IL}$ : Itzulerako lohian dauden suspentsio solidoak. ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ )
- $SS_{DH}$ : Dekantagailuaren hondoan dauden suspentsio solidoak ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ )

$$SS_{DH} = \frac{1000}{LBI} \sqrt[3]{t_l}$$

$$NLSS = \frac{RB \cdot SS_{IL}}{1 + RB} = \frac{0,75 \cdot 12,60 \text{ Kg}/\text{m}^3}{1 + 0,75} = 3,78 \text{ Kg}/\text{m}^3$$

Laburbilduz, dekantagailua eta erreaktore biologikoa orekan egoteko bueltatzen den lohian dagoen suspentsio solidoen kontzentrazioa **3,78 KgSS/m<sup>3</sup>**-koa izan behar da.

Gida praktikoez gomendatzen duten balioa  $4 \text{ KgSS}/\text{m}^3$  direla kontuan izanik,  $3,78 \text{ KgSS}/\text{m}^3$  balioa onargarria dela kontuan hartuko da.

### 6.2.3. BIGARREN MAILAKO DEKANTAGAILUAREN AZALERA.

Bigarren mailako dekantagailuaren azalera hurrengo adierazpenaren bidez lortzen da:

$$A_D = \frac{Q_m}{q_A}$$

- $A_D$ : Dekantagailuaren azalera. ( $m^2$ ).
- $Q_m$ : Bataz besteko emaria ( $m^3/h$ ).
- $q_A$ : Gainazaleko karga ( $m/h$ ).

$$q_A = \frac{q_{sv}}{DLB} = \frac{q_{sv}}{SS_{ILO} \cdot LBI} = \frac{300 \text{ L}/m^2 \cdot h}{3,78 \text{ kg}/m^3 \cdot 100 \text{ L}/\text{kg}} = \frac{300 \text{ L}/m^2 \cdot h}{378 \text{ L}/m^3} = 0,79 \text{ m}/h$$

- $q_{sv}$ : Lohi bolumenaren karga tasa, balioa  $\leq 500 \text{ L}/(m^2 \cdot h)$ .
- $DLB$ : Diluitutako lohi bolumena.  $DLB = SS_{ILO} \cdot LBI$

- **Behe denboraldian:**

$$A_D = \frac{Q_m}{q_A} = \frac{0,85 \text{ m}^3/h}{0,79 \text{ m}/h} = 1,07 \text{ m}^2$$

- **Goi denboraldian:**

$$A_D = \frac{Q_m}{q_A} = \frac{2,74 \text{ m}^3/h}{0,79 \text{ m}/h} = 3,47 \text{ m}^2$$

Goi denboraldian behar den azalera behe denboraldian behar den azalera baino handiagoa denez hau erabiliko da dekantagailuaren dimentsionaketa egiteko.

Dekantagailuaren sekzioa zirkularra izango denez, dekantagailuaren diametroa zirkulu baten azaleraren adierazpen orokorretik askatuko da.

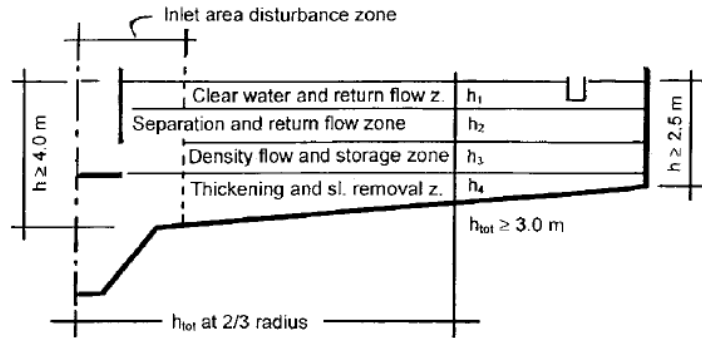
$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,47 \text{ m}^2}{\pi}} \geq 2,1 \text{ m}$$



### 6.2.4. BIGARREN MAILAKO DEKANTAGAILUAREN SAKONERA.

ATV-A131 araudiak azaltzen duen moduan, dekantagailuaren sakontasuna hainbat funtzio eremuen sakontasunek zehaztuko dute.

- $h_1$ : Ur argituaren eremua.
- $h_2$ : Banaketa eremua.
- $h_3$ : Dentsitate fluxua eta biltegitratze eremua
- $h_4$ : Lohiak loditzeko eta kanporatzeko gunea



12. Irudia: Dekantagailuan dauden funtzio eremuak. Iturria: ATV-A-131 [31]

- **h1**

Lehenengo eremu honen funtzioa segurtasun tarte bat egotea baino ez da, bere gutxieneko balioa 0,5m izanik.

- **h2**

Banatzeko eremuan, lohia hauspeatzeko ahalbidetzen duten flokulazio prozesuak gertatzen dira.

$$h_2 = \frac{0,5 \cdot q_A \cdot (1 + RB)}{1 - \frac{DLB}{1000}} = \frac{0,5 \cdot 0,79 \text{ m/h} \cdot (1 + 0,75)}{1 - \frac{378 \text{ L/m}^3}{1000}} = 1,11 \text{ m}$$

- **h3**

Hirugarren eremu honetan lohia dekantagailuaren hondora jausten da

$$h_3 = \frac{1,5 \cdot 0,3 \cdot q_{sv} \cdot (1 + RB)}{500} = \frac{1,5 \cdot 0,3 \cdot 300 \cdot (1 + 0,75)}{500} = 0,47 \text{ m}$$

- **h4**

Azken eremuan hauspeatutako lohik daude.

$$h_4 = \frac{SS_{ILO} \cdot q_A \cdot (1 + RB) \cdot t_l}{SS_{IL}} = \frac{3,78 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,79 \frac{\text{m}}{\text{h}} \cdot (1 + 0,75) \cdot 2h}{12,60 \text{ Kg/m}^3} = 0,83 \text{ m}$$

Eremu guztien gutxieneko sakonerak gehituz dekantagailuaren gutxieneko sakonera totala lortzen da:

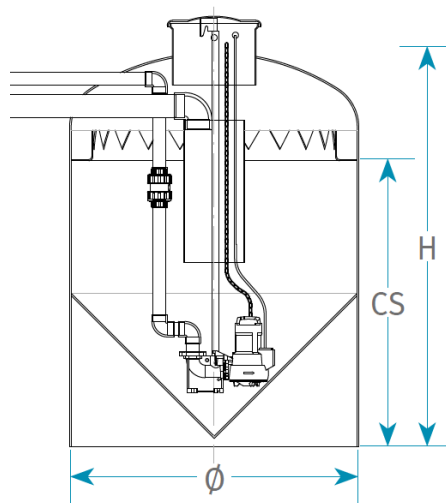
$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 0,5 \text{ m} + 1,11 \text{ m} + 0,47 \text{ m} + 0,83 \text{ m} = 2,9 \text{ m}$$

### 6.2.5. BIGARREN MAILAKO DEKANTAGAILUAREN NEURRIAK.

Dekantagailuaren neurriak laburbilduz:

- $D \geq 2,1$  m
- $H \geq 2,9$  m

Aurreko 6.1.5.atalean aukeratutako errektorearekin batera datorren dekantagailuak, balio hauek betetzen ditu, beraz, *errektore-dekantagailu* konposaketa hau proiektuan erabiliko dena izango da. Bigarren dekantagailuaren eskema orokorra eta behin behineko neurriak 13.irudian eta 22.taulan azaltzen dira.



13. Irudia: Bigarren dekantagailuaren eskema orokorra. Iturria: Salher [30]

VOLUMEN [LITROS]	Ø [MM]	H [MM]	CS [MM]	Ø TUBERÍAS [MM]	BOMBA REC. (KW)
7.930	2.500	3.110	2.250	200	0,55
7.930	2.500	3.110	2.700	200	0,55
13.420	3.000	3.700	2.650	250	0,55
13.420	3.000	3.700	3.150	250	0,55
13.420	3.000	3.700	3.150	250	0,55
21.000	3.500	4.265	3.150	250	0,55
21.000	3.500	4.265	3.150	250	0,55
21.000	3.500	4.265	3.650	250	0,55
30.980	4.000	4.840	3.650	250	0,55
30.980	4.000	4.840	3.650	250	0,55
30.980	4.000	4.840	3.650	250	0,55
30.980	4.000	4.840	3.650	250	0,55

19. Taula: Bigarren mailako dekantagailuaren neurri orokorrak. Iturria: Salher [30]

### 6.2.8.KONPROBAKETAK.

Azkenik, aurreko atalean aukeratu den dekantagailua egokia dela ziurtatu beharra dago, horretarako honek hurrengo parametroaren balioak bete behar ditu:

- Gainazaleko karga hidraulikoa emari maximoarekin 1m/h baino txikiago izan behar da.

$$C_h = \frac{Q_{max}}{A} \leq 1m/h$$

- **Behe denboraldian.**

$$C_h = \frac{Q_{max}}{A} = \frac{1,22 m^3/h}{\frac{\pi \cdot (3,0 m)^2}{4}} = 0,17 m/h$$

- **Goi denboraldian.**

$$C_h = \frac{Q_{max}}{A} = \frac{4,11 m^3/h}{\frac{\pi \cdot (3,0 m)^2}{4}} = 0,58 m/h$$

Bi sasoiarako gainazaleko karga hidraulikoak balioak betetzen ditu, beraz aukeratutako bigarren mailako dekantagailua egokia da.

### 6.3.IRTEERAKO PARAMETRO KUTSAKORREN BALIOAK.

20.taulan bigarren tratamenduaren ostean lortzen diren isurien kontzentrazioak eta kargak azaltzen dira

PARAMETROA		SARRERAN			IRTEERAN	
		KONTZENTRAZIOAK (mg/L)	KARGAK (kg/egun)	MURRIZPENA (%)	KONTZENTRAZIOAK (mg/L)	KARGAK (kg/egun)
OEB <sub>5</sub>	Behe denboraldia.	234,65	4,78	90	23,46	0,48
	Goi denboraldia.		15,45			1,54
OEK	Behe denboraldia.	579,67	11,06	80	108,43	2,21
	Goi denboraldia.		35,65			7,13
SS	Behe denboraldia.	126,50	2,58	90	12,65	0,26
	Goi denboraldia.		8,32			0,83
N	Behe denboraldia.	66,26	1,35	78	14,56	0,30
	Goi denboraldia.		4,36			0,96
P	Behe denboraldia.	10,84	0,22	82	1,95	0,04
	Goi denboraldia.		0,71			0,13

20. Taula: Bigarren tratamenduaren sarreran eta irteeran dauden parametroen balioak

Azken isuri hauek 91/271/CEE Zuzentarauak [20] zehazten dituen balioak bete behar dituzte.

PARAMETROA	PROIEKTUAREN ISURIEN KONTZENTRAZIOAK	91/271/CEE ZUZENTARAUAK ESARTZEN DITUEN ISURIEN MUGAK
OEB <sub>5</sub>	23,46 mg O <sub>2</sub> /L	25 mg O <sub>2</sub> /L
OEK	108,43 mg O <sub>2</sub> /L	125 mg O <sub>2</sub> /L
SS	12,65 mg/L	35 mg/L
N	14,56 mg/L	15 mg/L
P	1,95 mg/L	2 mg/L

21. Taula: Azken isurien kontzentrazioak.

## 7.HODAKINEN KUDEAKETA

Atal honetan, arazketa prozesuetan sortu diren solidoen eta lohien kudeaketa egingo da.

### 7.1. HONDAKINEN EZAUGARRIAK.

Aurretratamenduan, lehenengo eta bigarren tratamenduan sortutako hondakin-solido eta lohien kopurua eta ezaugarriak modu laburrean gogoratuko dira.

#### 7.1.1. AURRETRATAMENDUAN ZEHAR SORTUTAKO HONDAKIN-SOLIDOAK.

22.taulan lodien hesiek eta torlojuzko bahe birakariak kentzen dituzten hondakin-solidoen bolumena (L) agertzen da.

BEHE DENBORALDIAN		GOI DENBORALDIAN	
LODIEN HESIA (3,5L/urte.BB)	TORLOJUJZKO BAHE BIRAKARIA (30L/urte.BB)	LODIEN HESIA (3,5L/urte.BB)	TORLOJUJZKO BAHE BIRAKARIA (30L/urte.BB)
1,18 L/egun	10,10 L/egun	3,79 L/egun	32,54 L/egun

22. Taula: Aurretratamenduan zehar sortutako hondakin-solidoak.

#### 7.1.2. LEHEN MAILAKO LOHIAK.

Nahiz eta lehen mailako lohiak lehenengo dekantagailutik ateratzen diren lohiak izan eta proiektu honetan sistema hori ez erabili arren, Imhoff tankean sortzen diren lohiak lehenengo mailako lohiak bezala tratatuak izango dira, kontuan izanik hauek denbora luzeaz bertan egoteagatik egonkorturik daudela, 23.taulan Imhoff tanketik ateratzen diren lohien ezaugarriak azaltzen dira.

BEHE DENBORALDIAN		GOI DENBORALDIAN		HEZETASUNA (%)
Lohi kopurua (m <sup>3</sup> lohi/egun)	SS-en kontzentrazioa (kg SS/egun)	Lohi kopurua (m <sup>3</sup> lohi/egun)	SS-en kontzentrazioa (kg SS/egun)	
0,12	6,02	0,39	19,41	95

23. Taula: Lehen mailako lohien ezaugarriak

### 7.1.3. BIGARREN MAILAKO LOHIAK.

Bigarren mailako lohiak bigarren dekantagailutik ateratzen diren egonkortutako azpiproduktuak dira, 24.taulan bigarren mailako lohien ezaugarriak azaltzen dira.

BEHE DENBORALDIAN		GOI DENBORALDIAN		HEZETASUNA (%)
Lohi kopurua (m <sup>3</sup> lohi/egun)	SS-en kontzentrazioa (kg SS/egun)	Lohi kopurua (m <sup>3</sup> lohi/egun)	SS-en kontzentrazioa (kg SS/egun)	
0,37	7,34	1,18	23,36	98

24. Taula: Bigarren mailako lohien ezaugarriak.

## 7.2. HONDAKINEN KUDEAKETA.

Lehen azaldu den moduan, arazketa prozesuetan sortzen diren hondakin guztiak kudeatzaile batek eramango ditu, hala ere, kudeatzaileak solidoak eta lohiak eraman arte, hauek modu egokian tratatu eta biltegitratuak izan behar dira.

### 7.2.1.AURRETRATAMENDUAN SORTUTAKO HONDAKIN-SOLIDOAK.

Lodien hesietatik araztegiaren arduradunak egunero, arrastelu baten laguntzaz, hondakin-solidoak kenduko ditu,15.iruadian agertzen den 120L-tako edukiontzi batean metatuz. Honen hustuketa behe eta goi denboraldietan hilabetero egingo da .

Torlojuzko bahe birakaritik ateratzen diren hondakin solidoak 14. Iruadian agertzen den 660L-tako edukiontzi batean isuri eta metatuko dira, bere **hustuketa behe denboraldian bi hilabetero egingo da eta goi denboraldian hilabetero.**

Hustuketa maiztasunak aldakorrak izan daiteke, araztegiaren arduradunak zehaztasun handiagoarekin ezarriko ditu.



15. Irdia: 120L-ko edukiontzia.  
Iturria: Marquituls. [36]



14. Irdia: 660L-ko edukiontzia.  
Iturria: Kaiserkraft. [37]

### 7.2.2. LEHENENGO MAILAKO LOHIAK.

**Lohiak Imhoff tanketik aterako dira hauek tankearen bolumen osoaren 2/3 hartzen dutenean.** Bolumen hau eta tankearen barruan dauden lohien ezaugarriak eta parametroak araztegiaren arduraduna kontrolatuko ditu eta hustu behar izanez gero kudeatzaileari jakinaraziko dio.

### 7.2.3. BIGARREN MAILAKO LOHIAK.

Kudeatzaileak araztegiara egin beharreko ikustaldiak atzeratzeko helburuarekin, honek suposatzen dituen kostuak direla eta, bigarren mailako lohien bolumena txikitzeko prentsa-iragazki batetik pasatuko dira eta ondoren edukiontzi batean biltegitatuak izango dira.

16.irudian proiektuan erabiliko den prentsa iragazki aurkezten da.



REF	(L) LARGO [MM]	(H) ALTO [MM]	(A) ANCHO [MM]	ØE DN	ØS	TAMAÑO PLACAS [MM]	Nº PLACAS UD.	Nº CÁMARAS UD.	SUP. FILTRANTE [M2]	VOLUMEN FILTRADO [L/CICLO]
FP-60	3300	890	700	DN 65	1 X 2"	520X520	15	14	6	60
FP-80	4200	890	700	DN 65	1 X 2"	520X520	20	19	8	80
FP-100	2750	1100	1100	DN 65	1 X 2"	700X700	10	9	10	100
FP-200	4450	1100	1100	DN 65	1 X 2"	700X700	20	19	20	200
FP-300	4400	1250	1250	DN 100	2 X 2"	870X870	16	15	25	300
FP-500	4800	1400	1350	DN 100	2 X 2"	1000*1000	17	16	40	500

16. Irudia: Prentsa iragazki. Iturria: Salher. [30]

Salher-ek eskeintzen dituen prentsa iragazki artean FP-100 erabiltzea aukeratu da, honek ziklo bakoitzean 100L lohi tratatu ditzake, beraz, behe denboraldian egunero 4 ziklo beharrezkoak izango dira eta goi denboraldian 12.

Prentsa iragazki pasatzerakoan lohietan dauden suspentsio-solidoen kontzentrazioa % 2tik %30ra handitzea lortzen da. 25.taulan bigarren mailako lohien ezaugarriak prentsatik iragazki pasatzerakoan aurkezten dira.

BEHE DENBORALDIAN		GOI DENBORALDIAN		SS-en KONTZENTRAZIOA (%)
Lohi kopurua (L lohi/egun)	SS-en kontzentrazioa (kg SS/egun)	Lohi kopurua (L lohi/egun)	SS-en kontzentrazioa (kg SS/egun)	
24,46	7,34	77,86	23,36	30

25. Taula: Bigarren mailako lohien bukaerako ezaugarriak.



Kontzentraturiko lohiak 1100L-ko edukiontzi batean metatuko direnez, baimendutako kudeatzaileak edukiontzia **behe denboraldian sei astero** hustuko du eta **goi denboraldian bi astero**. Hala ere, behar izatekotan araztegiaren arduraduna kudeatzailearekin kontaktuan jarriko da hustuketa maiztasuna aldatzeko.

Prozesu honetan zehar lohietatik ateratzen den ura, gehiegizko ura, berriz ere bigarren dekantagailura bueltatuko da, lohietan egon zitekeen parametro kutsakorrak ibaira ez heltzeko.