



**Sustainable Water
Integrated Management (SWIM) -
Support Mechanism**



Project funded by
the European Union

Water is too precious to waste

**DEUX JOURS DE FORMATION SUR LE FONCTIONNEMENT ET LA GESTION
DES STEPS**

9-10 Septembre, Murcia

Conception des STEPs a technologies non-conventionnelles pour zones rurales

Présenté par: Dr. Carlos Aragon Cruz

Table des matières

1. Introduction à la conception des technologies douces
2. Conception et construction de zones humides artificielles
3. Conception et construction de filtres à sable intermittents
4. Conception et construction de systèmes d'infiltration-percolation
5. Conception et construction de filtres tourbe
6. Conception et construction de systèmes de lagunage
7. Conception et construction d'autres technologies douces

1. Introduction à la conception des technologies douces

- ✓ Les technologies extensives sont de bonnes solutions de traitement des eaux usées pour les populations rurales et de petite taille avec de faibles ressources.
- ✓ Elles nécessitent une grande surface pour leur mise en œuvre mais pas d'approvisionnement en énergie (ou très peu).
- ✓ Principales incompréhensions:
 - ✓ « Fonctionnement et entretien simples » ≈ « Création et construction simples ».
 - ✓ « Faibles coûts de fonctionnement » ≈ « frais nuls, la STEP fonctionne seule ».



1. Introduction à la conception des technologies douces



Surcharge dans un bassin facultatif



Encrassement dans les zones humides artificielles horizontales



Surcharge dans un filtre à sable intermittent

Table des matières

1. Introduction à la conception des technologies douces
2. Conception et construction de zones humides artificielles
3. Conception et construction de filtres à sable intermittents
4. Conception et construction de systèmes d'infiltration-percolation
5. Conception et construction de filtres tourbe
6. Conception et construction de systèmes de lagunage
7. Conception et construction d'autres technologies douces

1. Conception et construction de zones humides artificielles



Flux ZHA vertical



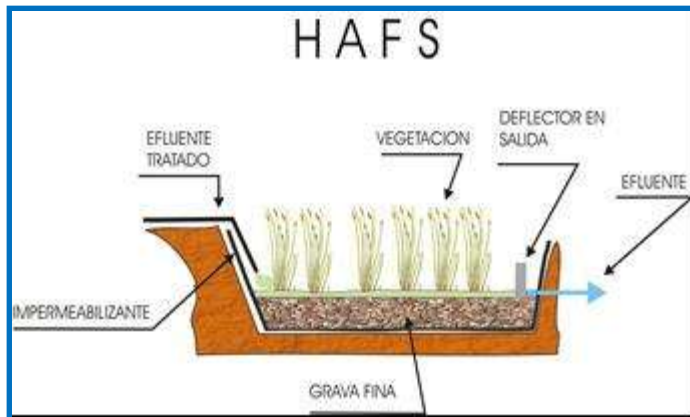
Combinaison de ZHA



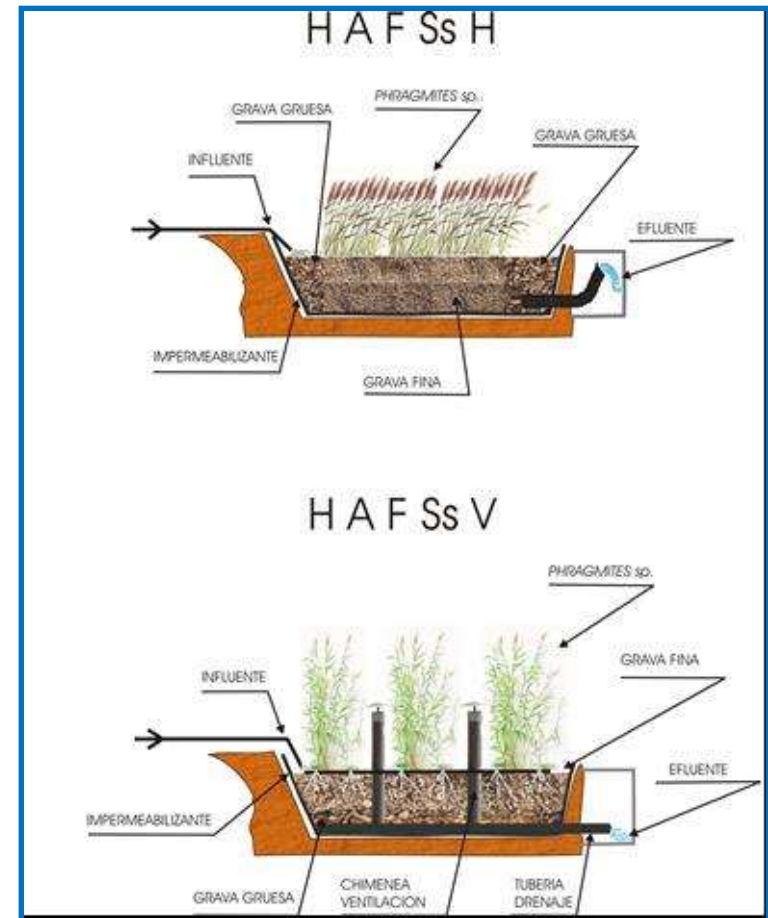
Flux ZHA horizontal

1. Conception et construction de zones humides artificielles

Flux de surface ZHA

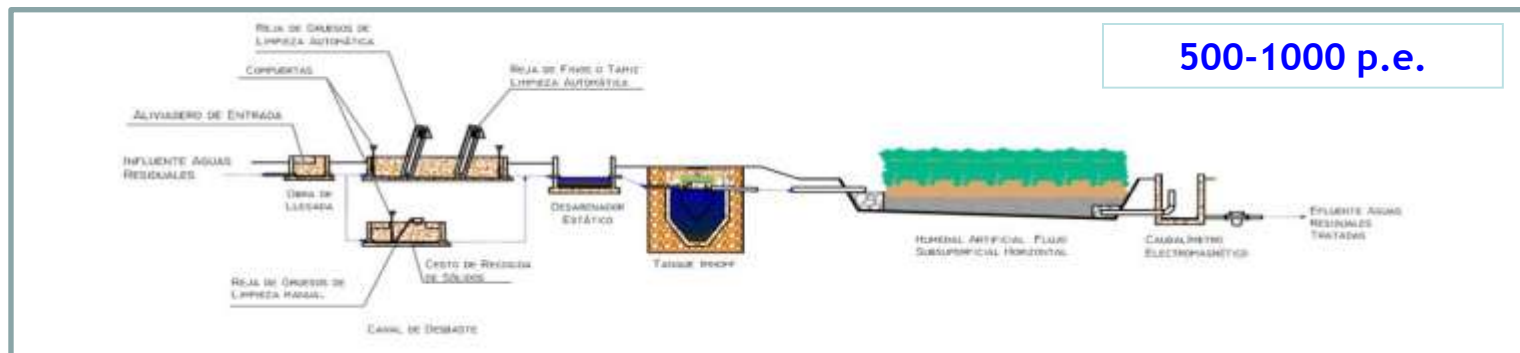
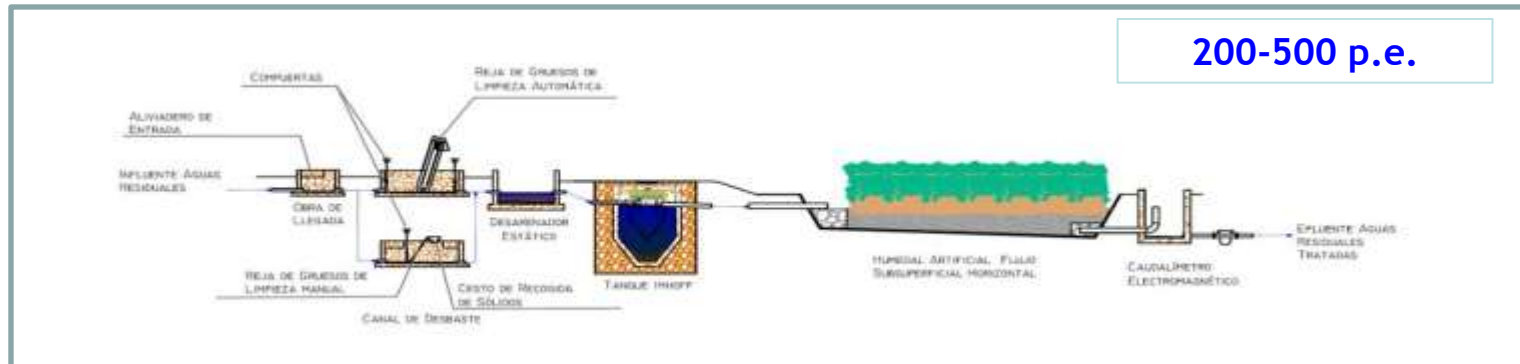
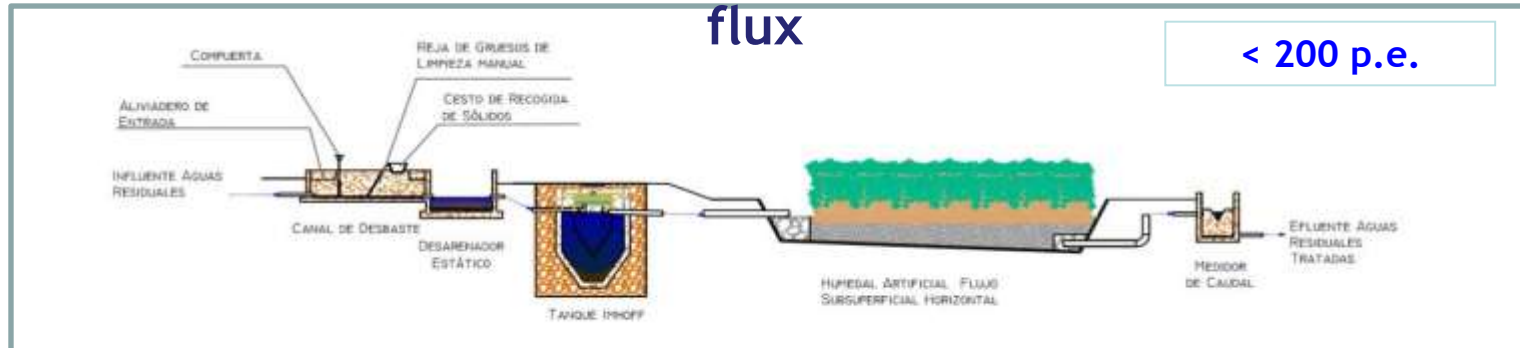


Flux ZHA de subsurface (horizontal et vertical)



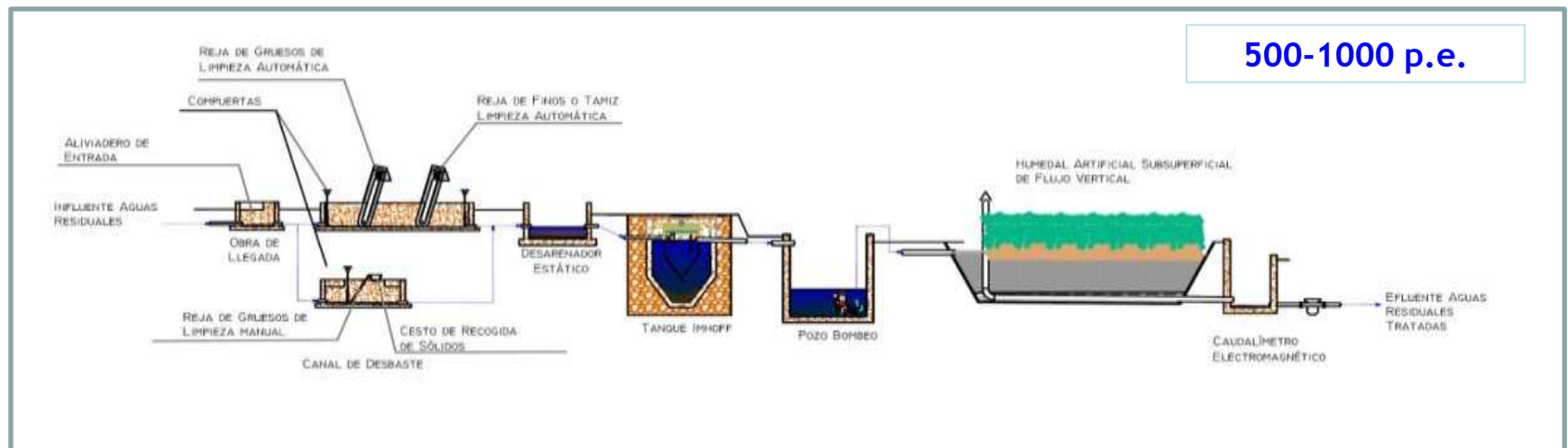
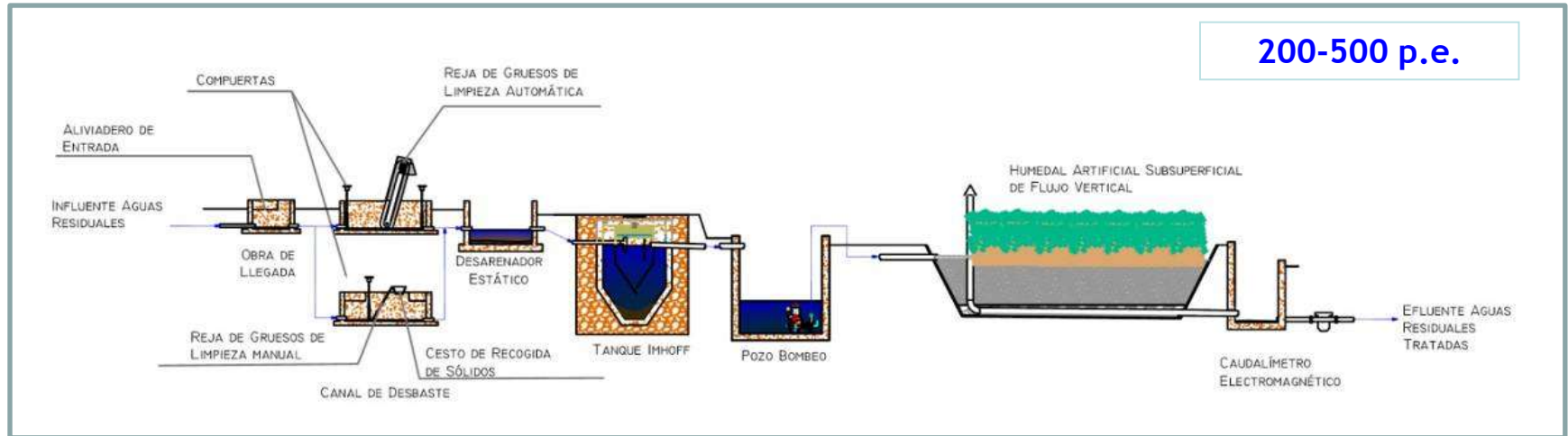
1. Conception et construction de zones humides artificielles

Flux ZHA horizontal: diagrammes de flux



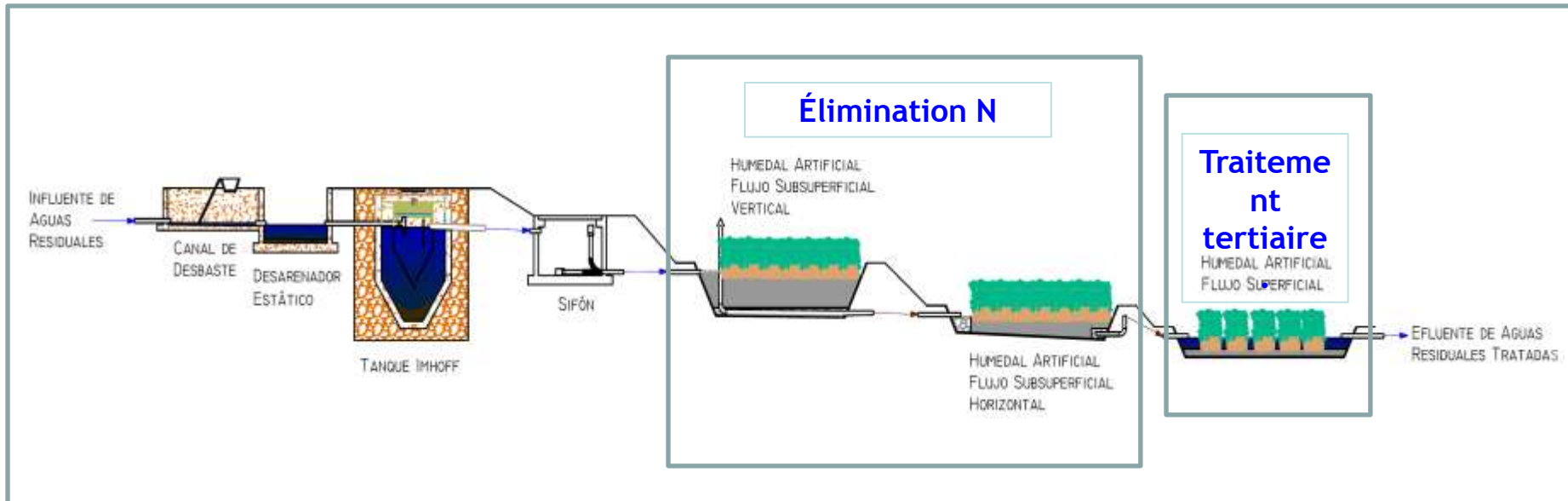
1. Conception et construction de zones humides artificielles

Flux ZHA vertical: diagrammes de flux



1. Conception et construction de zones humides artificielles

Combinaison de ZHA: ZHA verticale+
ZHA horizontale + flux ZHA de surface



1. Conception et construction de zones humides artificielles

Flux de surface et flux ZHA horizontal

S: surface plantée (m²)

L: longueur (m)

A: largeur (m)

Q: débit fixe (m³/an)

$$S = L \times A = \frac{Q \times \ln(C_i / C_e)}{K_T \times h \times \varphi_s}$$

C_i: concentration de polluants à l'entrée (mg/l). Le rendement du traitement primaire doit être pris en compte.

C_e: concentration du polluant à l'effluent (mg/l)

K_T: constant (d⁻¹)

h: profondeur de la colonne d'eau (m). 0.3-0.4 m dans le flux de surface ZHA et 0.4 - 0.6 m dans le flux ZHA horizontal.

φ_s: porosité du lit filtrant (parties par unité).

Le flux de surface ZHA varie de 0.65 à 0.75, selon le niveau de croissance de la végétation. Dans le flux horizontal ZHA, la porosité dépend de la taille du gravier et de ses diagrammes.

1. Conception et construction de zones humides artificielles

Flux de surface et flux ZHA horizontal

KT varie selon la température comme suit:

$$K_T = K_R \cdot \theta_R(T_w - T_r)$$

Où:

$$S = L \times A = \frac{Q \times \ln(C_i / C_e)}{K_T \times h \times \varphi_s}$$

KR: constant à température référencée (d-1)

Tw: température de l'eau (°C). Normalement, la température moyenne du mois le plus froid.

Tr: température référencée (°C) employée pour la détermination du coefficient θ_R , normalement 20 °C

Valeurs du KR et θ_R , pour différents polluants

θ_R : coefficient de température (sans dimension)

Polluant	BOD5	NH4+ Nitrification	NO3- Dénitrification	
<i>Flux de surface CW</i>	KR (d-1)	0.678	0.2187	1
θ_R	1.06	1.048	1.15	
<i>Flux CW horizontal sub surface</i>	KR d-1)	1.104	0.01854 + 0.3922 (hr)2.6077	1
θ_R	1.06	1.048	1.15	

1. Conception et construction de zones humides artificielles

Flux de surface et flux ZHA horizontal

Parfois, l'équation

$$S = L \times A = \frac{Q \times \ln(C_i / C_e)}{K_T \times h \times \varphi_s}$$

est exprimée:

$$S = L \times A = \frac{Q \times \ln(C_i / C_e)}{K_A}$$

Où $K_A = K_T \times h \times \varphi_s$ (m/j)

Pour l'élimination du BOD5 un K est recommandé $A = 0.08$ m/d, tandis que si l'élimination de l'azote est nécessaire la valeur recommandée de cette constante est 0.025 m/j.

Les valeurs ci-dessus sont applicables lorsque le BOD5 à l'effluent du traitement primaire est de ≤ 250 mg/l. Lorsqu'il est de > 250 mg/l K_A doit être réduit de 20%.

1. Conception et construction de zones humides artificielles

Flux de surface et flux ZHA horizontal

La surface nécessaire est déterminée en tenant compte les données concrètes. Normalement, une charge organique approximative de 14 gBOD5/m2.jour est employée dans la conception du flux ZHA horizontal.

1. En connaissant le flux d'eaux usées à traiter (m³/j) et la concentration de BOD5 (g/m³) dans l'effluent, le produit des deux termes est la charge organique appliquée au CW (g BOD5/j).

En tenant compte de la performance du premier traitement (environ 30%), la charge organique à traiter dans la ZHA est la charge organique d'entrée multipliée par 0.7.

1. En divisant cette charge organique par la charge organique recommandée, on obtient la surface nécessaire pour la mise en œuvre (m²).

Exemple:

Données initiales:

$$Q = 40 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$\text{BOD5} = 305 \text{ mg/l} (= 305 \text{ g/m}^3)$$

$$\text{Charge organique} = 40 \text{ m}^3/\text{j} \times 305 \text{ g BOD5/m}^3 = 12200 \text{ g BOD5/j} \quad (203 \text{ p.e.})$$

$$\text{Charge organique à la sortie du traitement primaire} = 0.7 \times 12200 \text{ g BOD5/j} = 8540 \text{ g BOD5/j}$$

$$\text{surface ZHA} = 8540 \text{ g BOD5/j} / 14 \text{ g BOD5/m}^2.\text{j} = 610 \text{ m}^2$$

1. Conception et construction de zones humides artificielles

Valeurs recommandées pour la ZHA

Paramètres de conception pour les zones humides artificielles de flux de surface (Metcalf & Eddy, 2000)

Paramètres	Valeur
Temps de rétention hydraulique (j)	4-15
Profondeur de l'eau (m)	0,1-0,4
Charge organique (kg BOD5/ha.j)	≤ 67
Charge hydraulique (kg BOD5/m2.j)	0.014-0.046

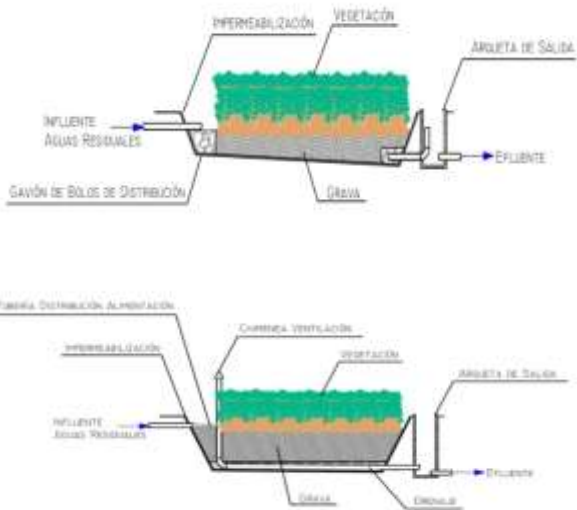
Paramètres de conception pour les zones humides artificielles de flux de surface

Paramètres	Valeur	
Horizontal	Vertical	
Charge organique (g BOD5/m2.j)	8*	14*
Profondeur moyenne du média filtrant (m)	0.4-0.6	0.5-0.8

* Considérant l'effluent d'une unité de décantation primaire.

1. Conception et construction de zones humides artificielles

Problèmes de construction



1. Conception et construction de zones humides artificielles

Système de distribution d'entrée

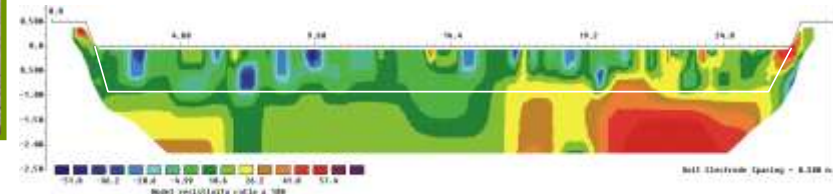
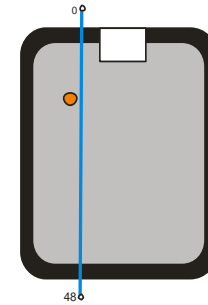
Flux ZHA horizontal subsurface



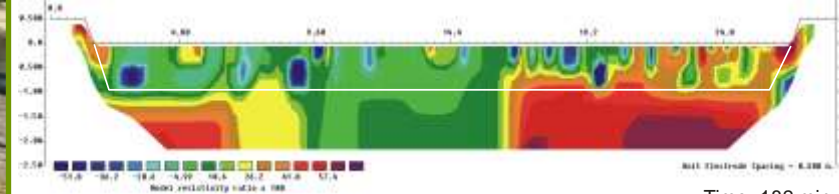
Flux CW vertical subsurface

1. Conception et construction de zones humides artificielles

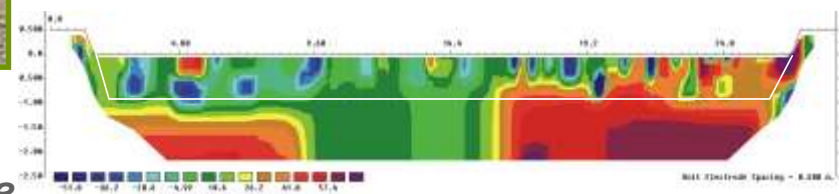
Système de distribution d'entrée



Time=5 min
1 discharge



Time=182 min
4 discharges



Time=333 min
7 discharges

Essais de tomographie électrique

1. Conception et construction de zones humides artificielles

Alimentation intermittente pour le flux ZHA vertical



1. Conception et construction de zones humides artificielles

Alimentation intermittente pour le flux ZHA vertical



Source: Telcom (www.telcomitalia.it)



Source: Benito&Cia (www.benitoicia.com)

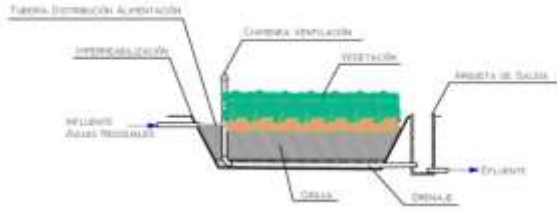
1. Conception et construction de zones humides artificielles

Flux ZHA horizontal de sortie



1. Conception et construction de zones humides artificielles

Système de ventilation et flux ZHA vertical



1. Conception et construction de zones humides artificielles

Média filtrant

Dans le flux CW de subsurface le média filtrant est une partie essentielle de l'unité de traitement. Son choix et sa position déterminent la performance de la **ZHA** car un des risques principaux d'une telle **ZHA** est l'encrassement du média filtrant.

En subsurface **ZHA** horizontale une taille de graviers de *6-12 mm* est recommandée. L'épaisseur du gravier au point central de la **ZHA** est de *0.6 m*, bien qu'il puisse être inférieur à *0.3-0.4 m*.



Dans le flux de subsurface **ZHA** verticale l'épaisseur du filtre est de 1 m et est constitué (de haut en bas): d'une couche de 10 cm de sable épais, d'une couche de 70 cm de gravier de 3-8 mm et d'une couche de 20 cm de gravier 20-32 mm contenant des tuyaux de ventilation-drainage.

1. Conception et construction de zones humides artificielles

Position des média filtrants



1. Conception et construction de zones humides artificielles

Plantation



1. Conception et construction de zones humides artificielles

Végétation dans le flux ZHA vertical



1. Conception et construction de zones humides artificielles

Intégration dans le paysage



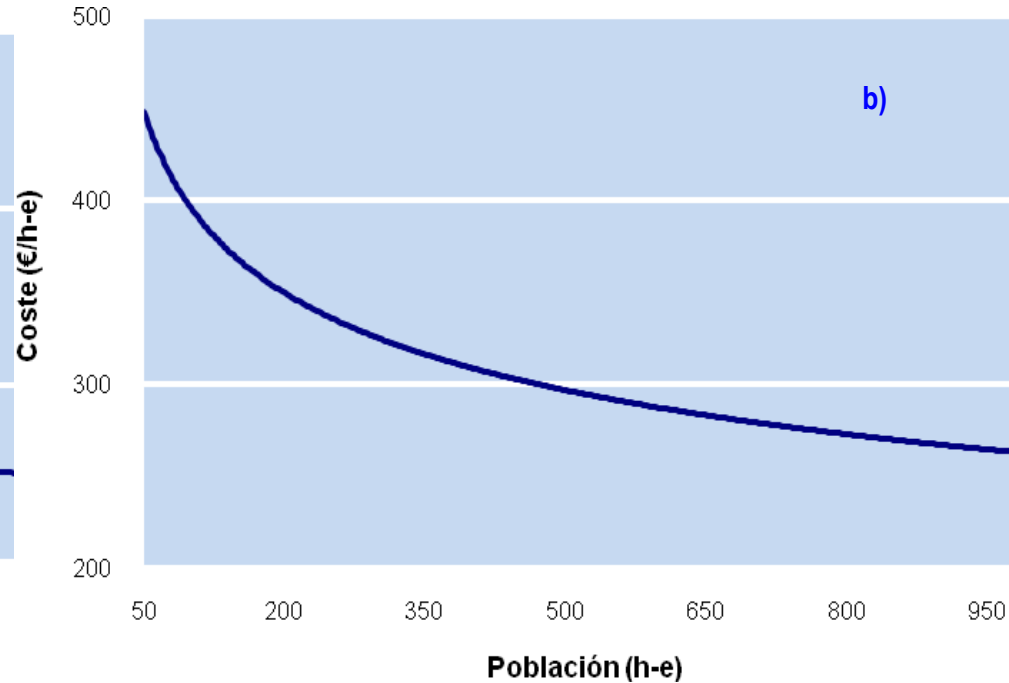
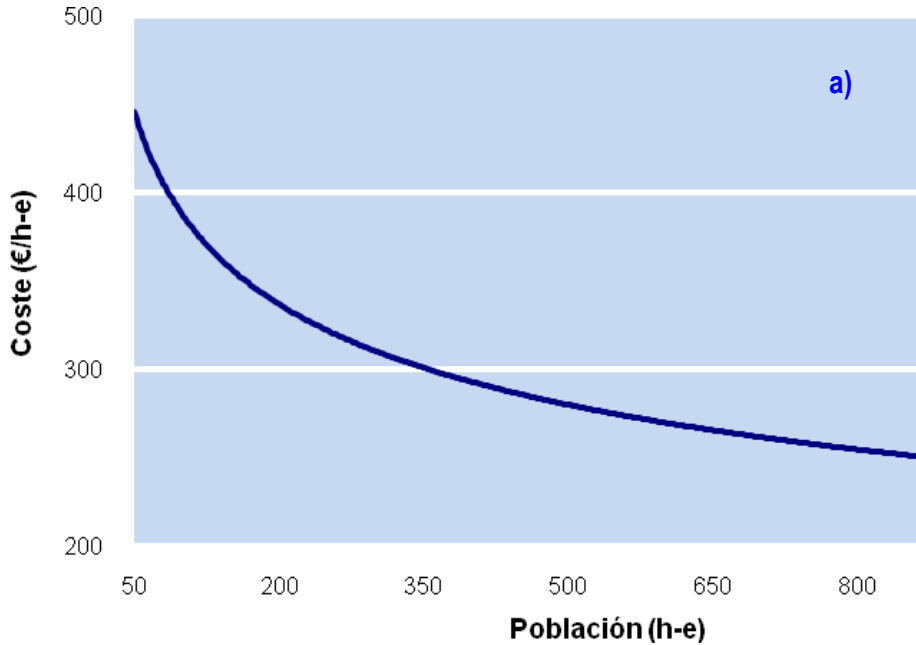
1. Conception et construction de zones humides artificielles

Intégration dans le paysage



1. Conception et construction de zones humides artificielles

Coûts



Frais de mise en œuvre par p.e pour une **ZHA** de subsurface (a) *Verticale* et (b) *Horizontale*

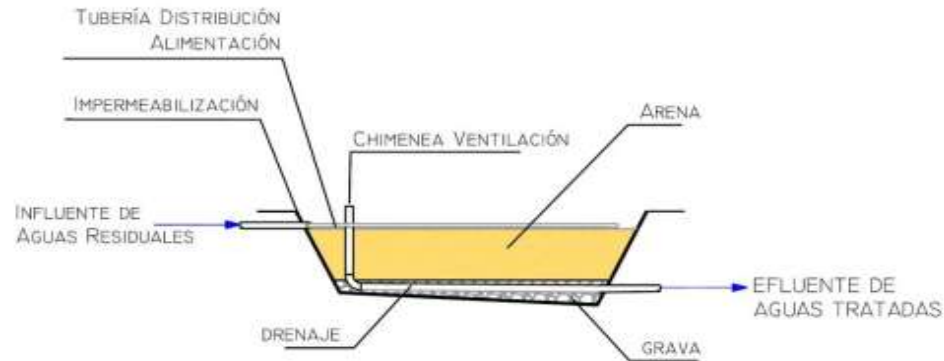
Table des matières

1. Introduction à la conception des technologies douces
2. Conception et construction de zones humides artificielles
3. Conception et construction de filtres à sable intermittents
4. Conception et construction de systèmes d'infiltration-percolation
5. Conception et construction de filtres tourbe
6. Conception et construction de systèmes de lagunage
7. Conception et construction d'autres technologies douces

1. Conception et construction de filtres à sable intermittents

Typologies FSI

FSI sans recirculation

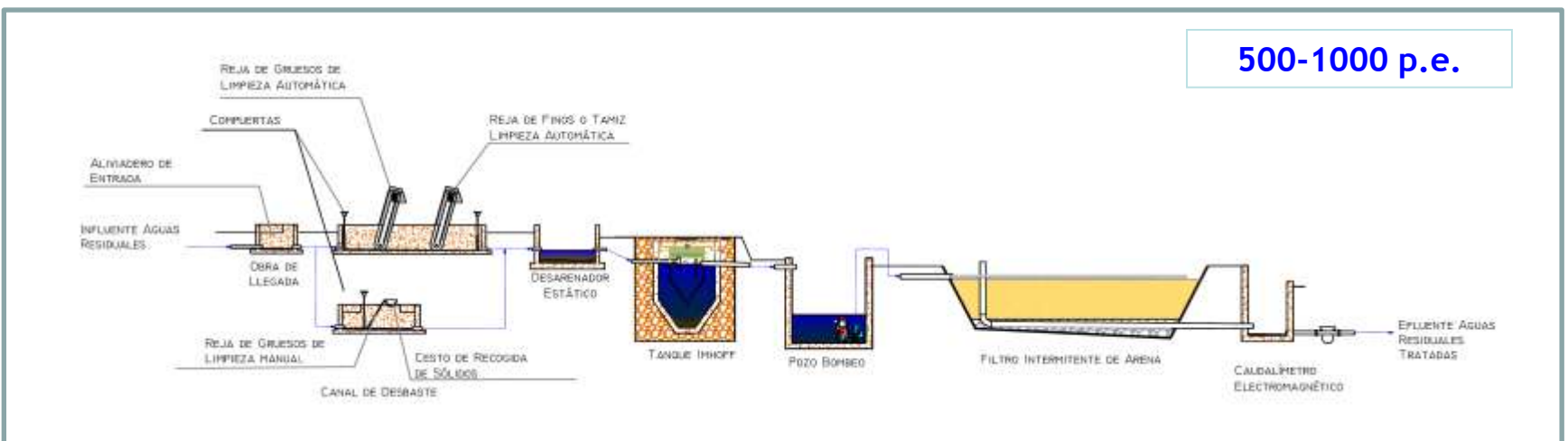
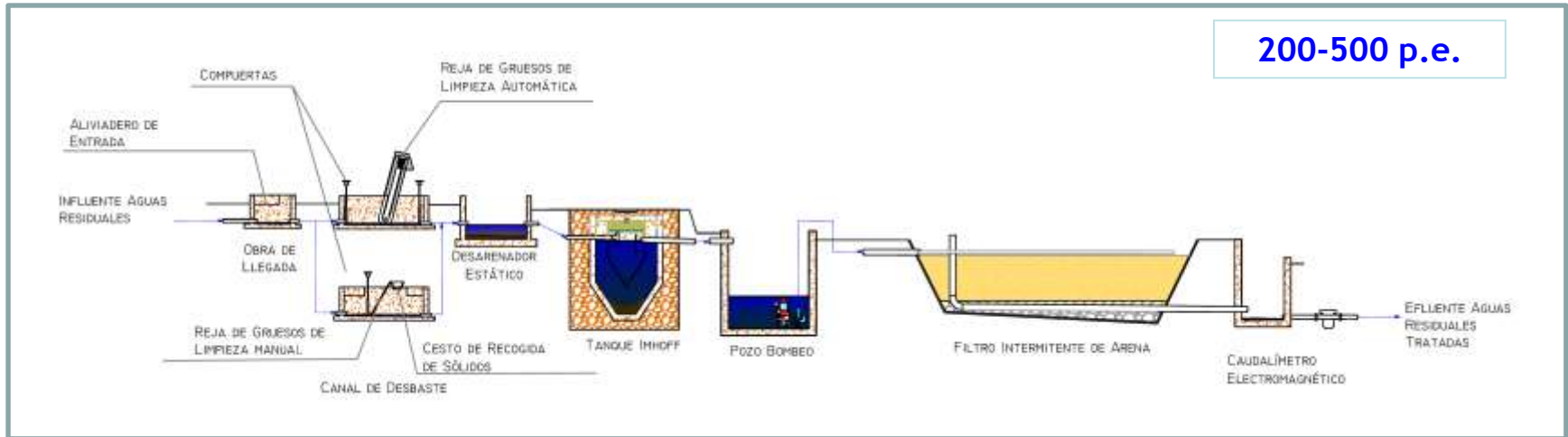


FSI avec recirculation



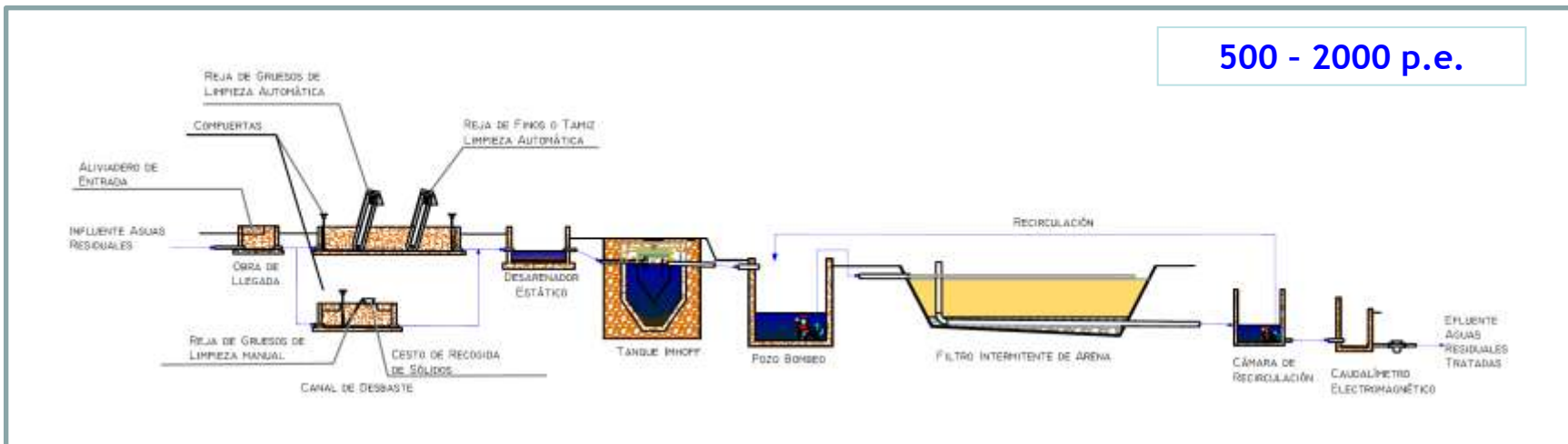
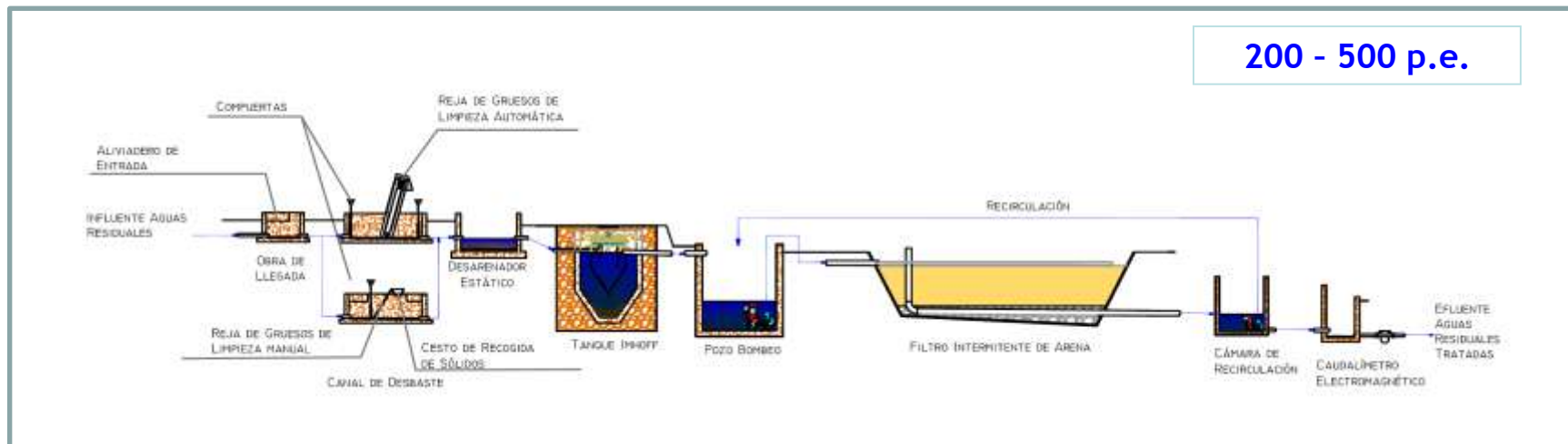
1. Conception et construction de filtres à sable intermittents

FSI sans recirc.: diagrammes de flux



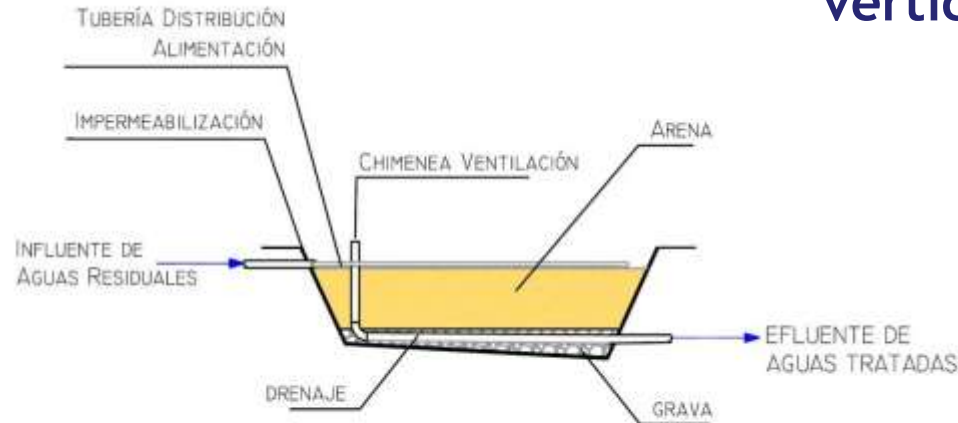
1. Conception et construction de filtres à sable intermittents

FSI avec recirc.: diagrammes de flux

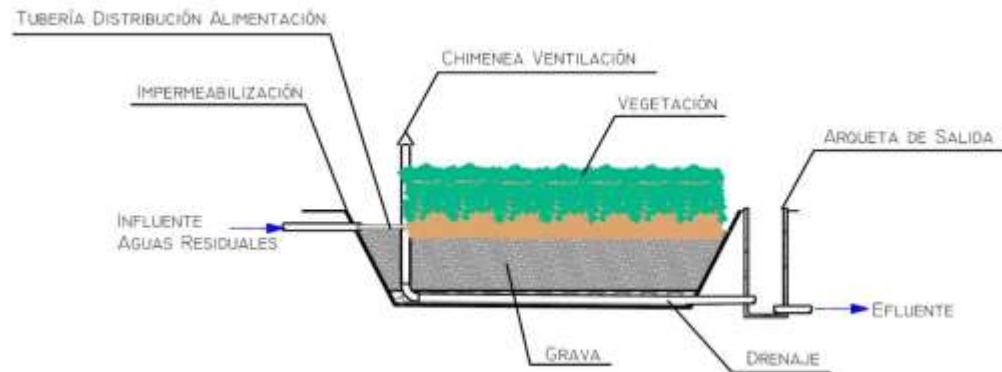


1. Conception et construction de filtres à sable intermittents

Similitudes entre le FSI et le flux vertical de ZHA



FSI



Flux ZHA
vertical

1. Conception et construction de filtres à sable intermittents

Critère de conception FSI

Critère de conception pour filtres à sable intermittents (EPA)

Paramètres	FSI sans recirculation	FSI avec recirculation
Charge organique (g BOD5/m2.j)	241	48 - 72
Charge hydraulique (l/m2.j)	40 - 80	120 - 200
Fréquence de dosage (nombre/j)	12 - 242	48
Taux de recirculation (Qr/Q0)	-	3 - 5
<p>1 Pour les filtres à sable avec taille de sable d'1mm et un modèle de dosage de 12 fois par jour.</p> <p>2 Le nombre de dosages augmente avec le BOD de l'effluent de la cuve primaire. Il est recommandé d'augmenter le dosage à 24 fois par jour pour les eaux usées avec un BOD5 supérieur à 200 mg/l.</p>		

1. Conception et construction de filtres à sable intermittents

Critère de conception FSI

Critère de conception pour filtres à sable intermittents (EPA)

Paramètres	Filtres à sable intermittent sans recirculation	Filtres à sable intermittent avec recirculation
Largeur des média filtrants	0.6-0.9	0.6-1.1
Capacité de la cuve de dosage (fois x flux journalier)	40 - 80	120 - 200
Media filtrant	Sable avec une taille effective de 0.25-1.00 mm et un coefficient d'uniformité < 4	Sable avec une taille effective de 3.0-20.0 mm et un coefficient d'uniformité < 2,5
Le média filtrant doit être nettoyé et le pourcentage de particules fines < 0,075 mm ne doit pas excéder 3% de la masse totale		

1. Conception et construction de filtres à sable intermittents



Recommandations constructives FSI

- ✓ Les filtres à sable intermittents sont normalement extraits du sol.
- ✓ La longueur et la largeur du FSI sont similaires
- ✓ Le fond du filtre a une pente de 0.1% vers la sortie.
- ✓ Les parois ont une inclinaison de 45°.
- ✓ Le confinement doit être perméable.

1. Conception et construction de filtres à sable intermittents

Photos FSI



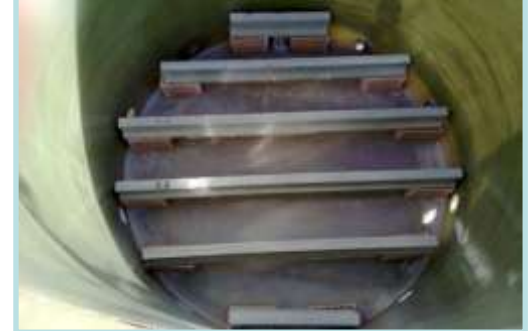
1. Conception et construction de filtres à sable intermittents

FSI pour la récupération de l'eau



1. Conception et construction de filtres à sable intermittents

FSI pour la récupération de l'eau



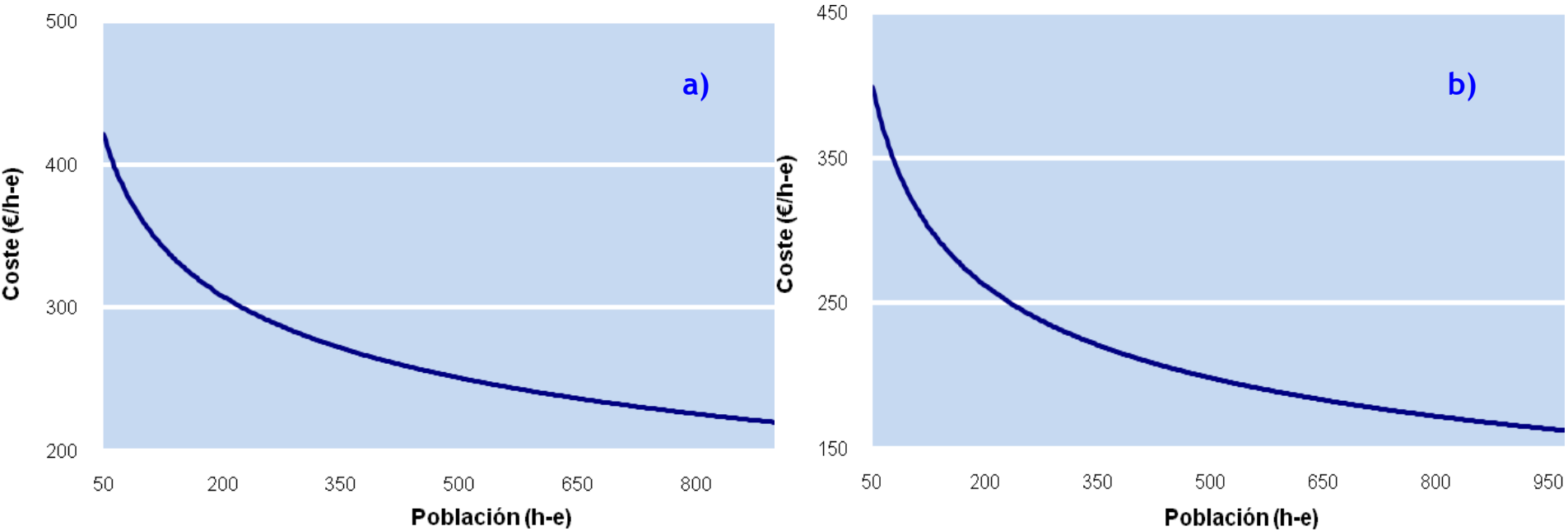
1. Conception et construction de filtres à sable intermittents

FSI pour la récupération de l'eau



1. Conception et construction de filtres à sable intermittents

Coûts



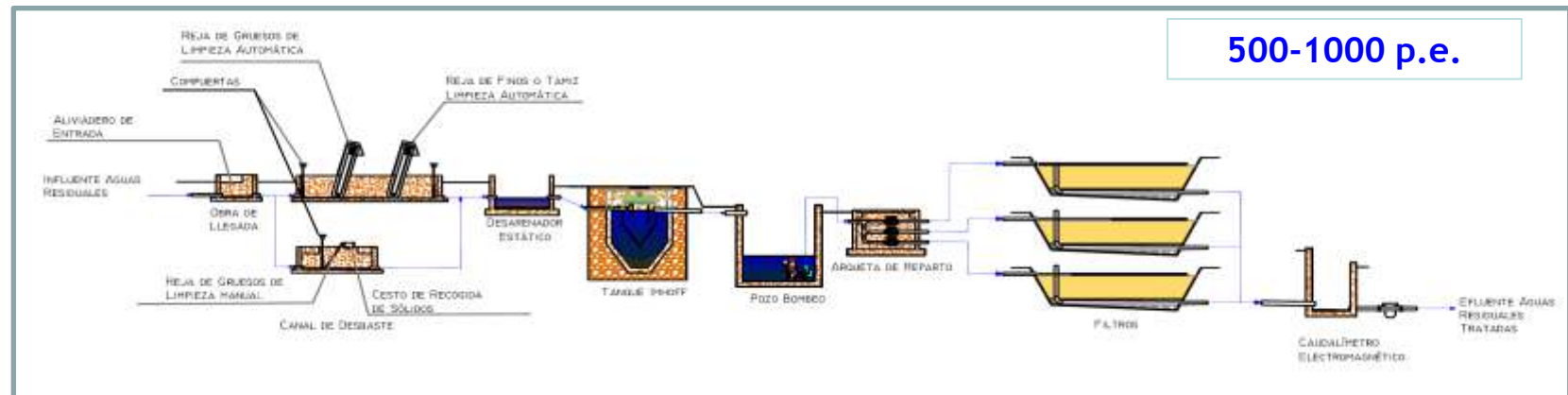
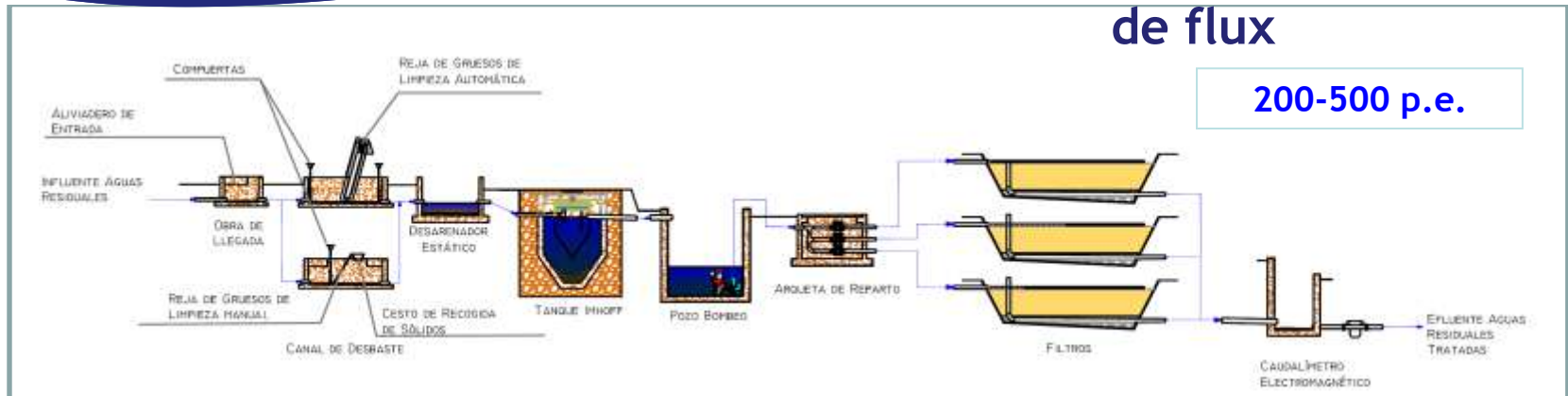
Coûts de mise en œuvre pour p.e. les filtres à sable intermittents a) sans recirculation et b) avec recirculation

Table des matières

1. Introduction à la conception des technologies douces
2. Conception et construction de zones humides artificielles
3. Conception et construction de filtres à sable intermittents
4. Conception et construction de systèmes d'infiltration-percolation
5. Conception et construction de filtres tourbe
6. Conception et construction de systèmes de lagunage
7. Conception et construction d'autres technologies douces

1. Conception et construction de systèmes d'infiltration- percolation

Infiltration-Percolation: diagrammes de flux

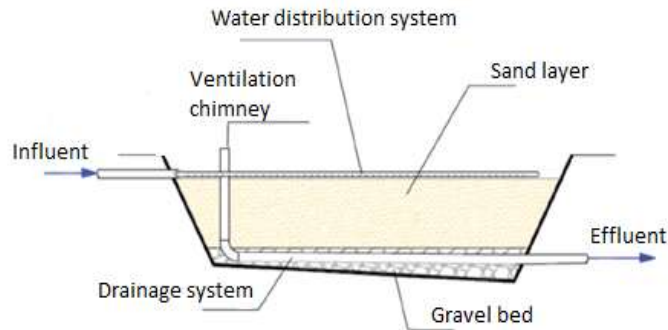


D'ordinaire, les WWTP basés sur les systèmes I-P disposent de 3 unités de filtration fonctionnant 3-4 jours chacune et s'arrêtant 6-8 jours.

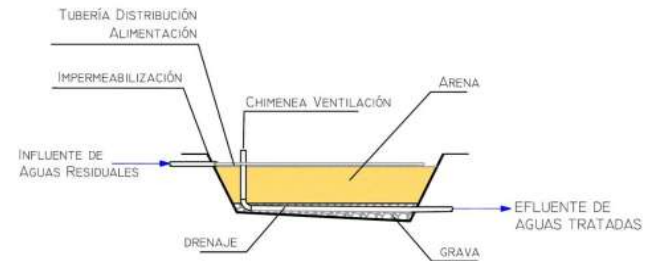
Dans de très petites agglomérations (< 100 p.e.) 2 unités de filtration peuvent fonctionner en parallèle, fonctionnant/s'arrêtant pendant 3-4 jours chacune.

1. Conception et construction de systèmes d'infiltration- percolation

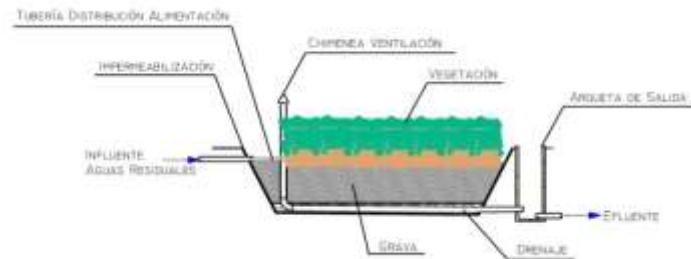
Similitudes entre l'I-P modifié, le FSI et le flux vertical de ZHA



I-P modifié



FSI



Flux ZHA vertical

1. Conception et construction de systèmes d'infiltration- percolation

Critère de conception I-P

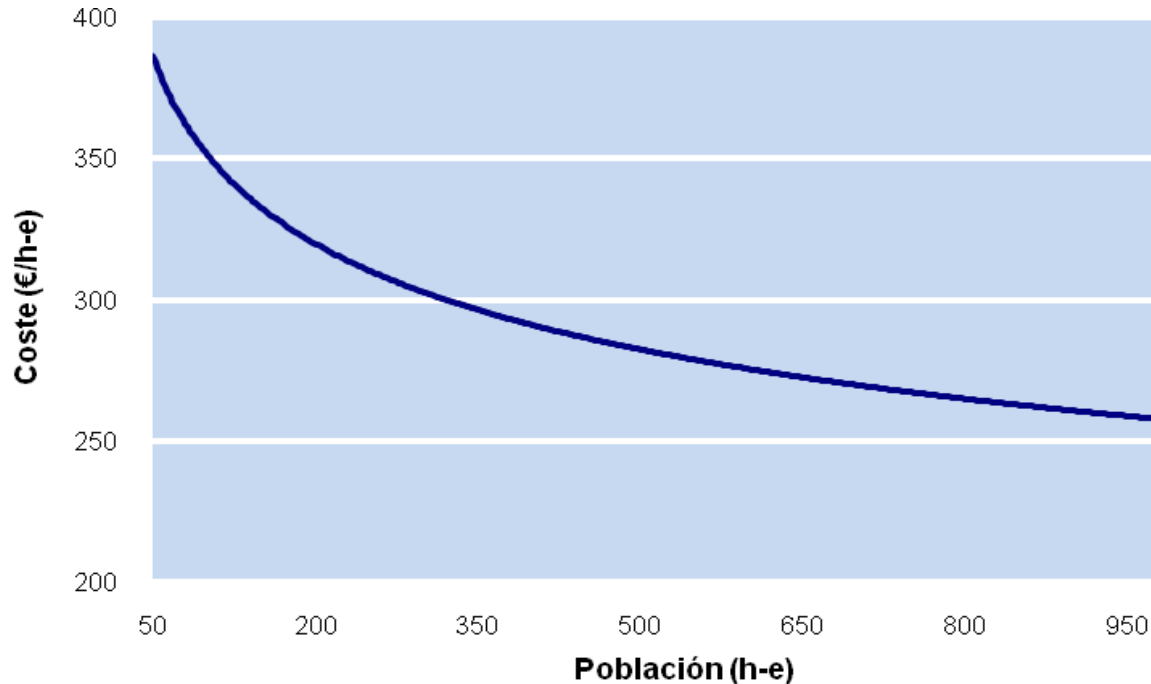
Critères de conception pour les systèmes modifiés d'infiltration-percolation

Paramètres	Infiltration-Percolation
Charge organique (g BOD5/m2.j)	40
Nombre d'unités filtrantes	Normalement, 3-4 jours de fonctionnement et 6-8 jours de repos.
Fréquence de dosage (n°/j)	3 - 6
Largeur des média filtrants	0.8 m 1.5 m (pour la désinfection)
Media filtrant	Sable silicieux, d10 = 0.25 - 0.40 mm, coefficient d'uniformité (Cu)= 3 - 6

Le média filtrant doit être nettoyé et le pourcentage de particules fines < 0,074 mm ne doit pas excéder 2,5% de la masse totale.

1. Conception et construction de systèmes d'infiltration- percolation

Coûts



Coûts de mise en œuvre par p.e pour les systèmes d'infiltration-percolation

Table des matières

1. Introduction à la conception des technologies douces
2. Conception et construction de zones humides artificielles
3. Conception et construction de filtres à sable intermittents
4. Conception et construction de systèmes d'infiltration-percolation
5. Conception et construction de filtres tourbe
6. Conception et construction de systèmes de lagunage
7. Conception et construction d'autres technologies douces

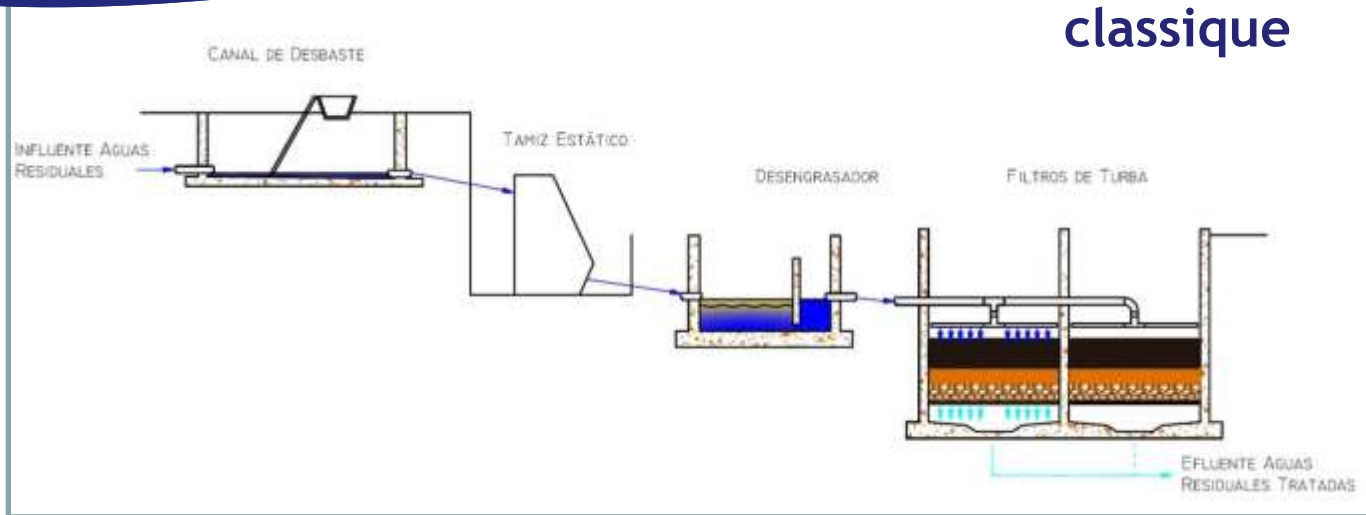
1. Conception et construction de filtres tourbe

Exigences de la tourbe

pH (extrait 1:5)	6 - 8
Conductivité (extrait 1:5) (dS/cm)	< 5
Humidité (%)	50 - 60
Cendres (%)	40 - 50
Matière organique par calcination (%)	50 - 60
Total extraction humique (%)	20 - 30
Acides humiques (%)	10 - 20
C.I.C. (meq/100 g)	> 125
Taux C/N	20 - 25
Azote Kjeldhal (% N)	1,2 - 1,5
Fer (ppm)	< 9000
Conductivité hydraulique (l/m².j)	25

1. Conception et construction de filtres tourbe

Filtre tourbe: flux diagramme classique



1. Conception et construction de filtres tourbe

Conception classique filtre tourbe

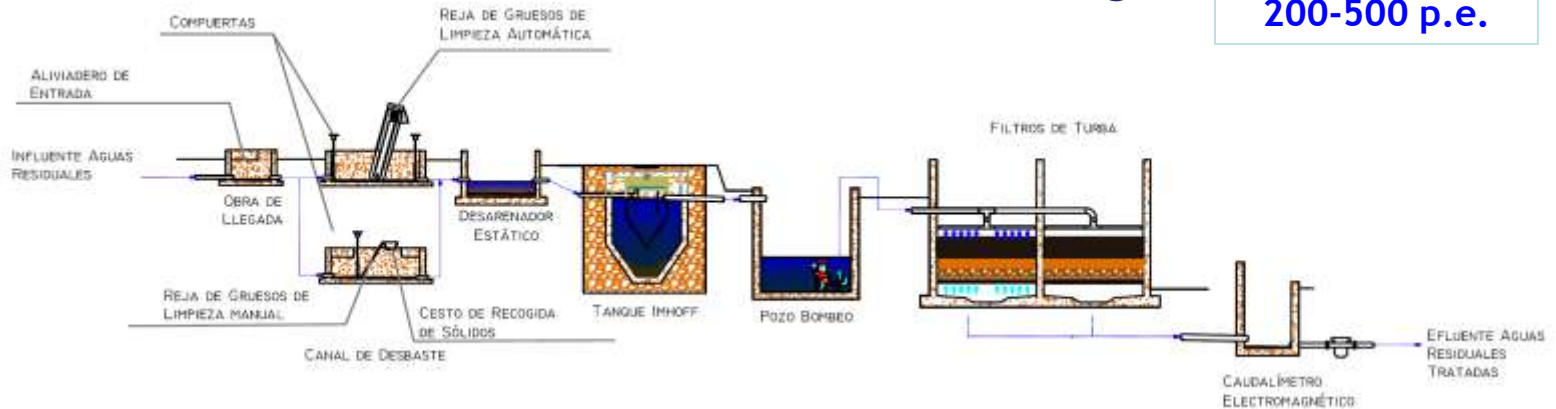
Critères de conception pour les filtres classiques tourbe du diagramme

Paramètre	Valeur
Charge hydraulique (l/m ² .j)	600
Charge organique (g BOD ₅ /m ² .j)	≤ 300
Charges solides (g SS/m ² .j)	≤ 240
Rapport surface totale/surface active	2:1

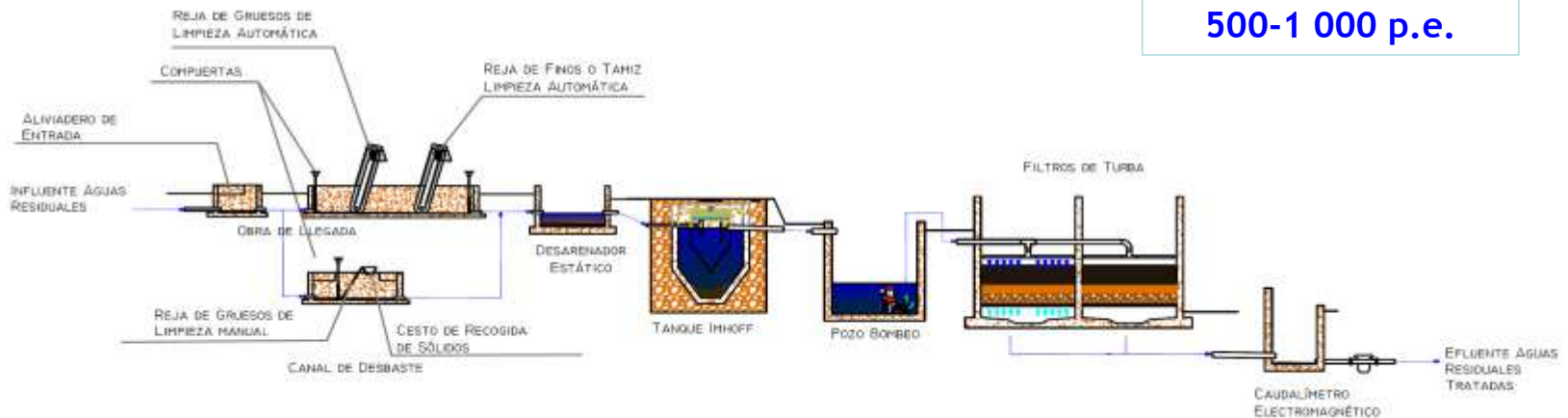
Selon cette création, 1 habitant équivalent nécessite seulement 0,2 m² de tourbe active et 0,4 m² de surface totale

1. Conception et construction de filtres tourbe

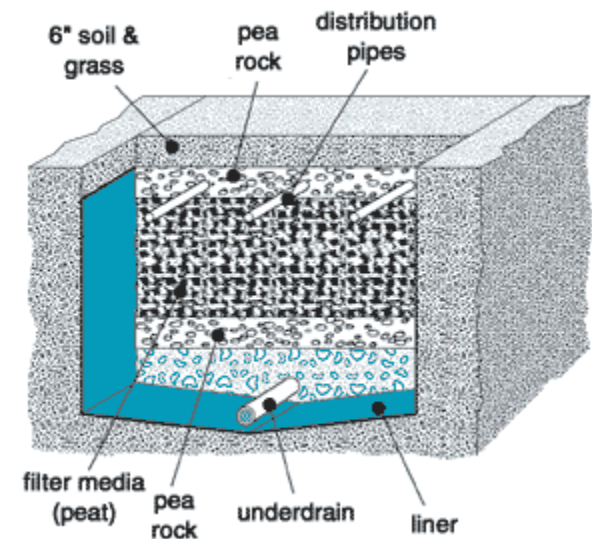
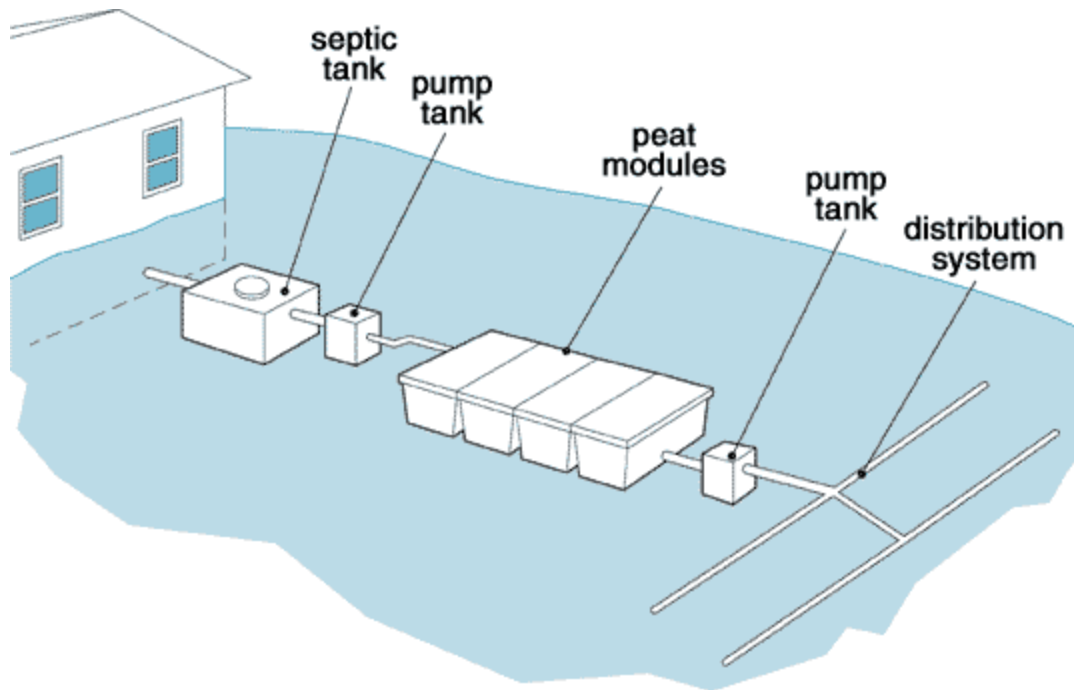
Filtre tourbe: nouveaux diagrammes de flux
200-500 p.e.



500-1 000 p.e.



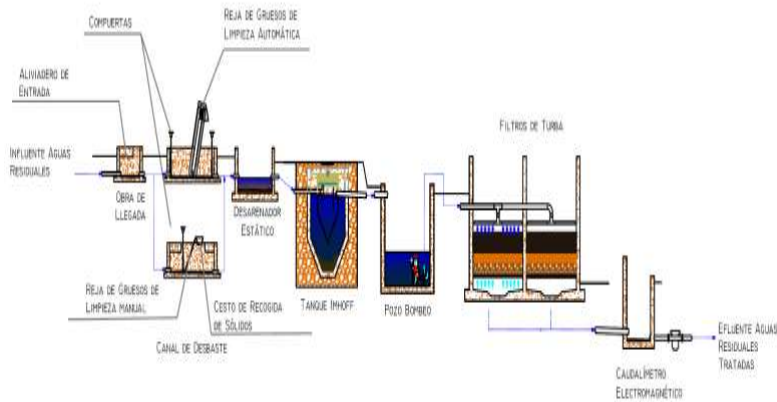
1. Conception et construction de filtres tourbe



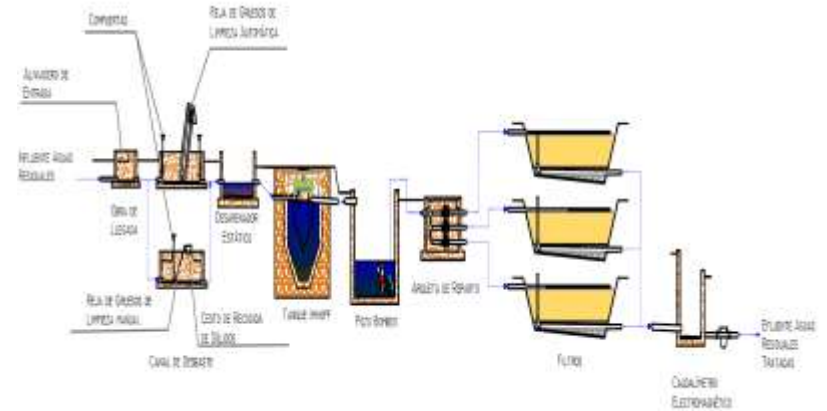
<http://www.extension.umn.edu/distribution/naturalresources/dd7669.html>

1. Conception et construction de filtres tourbe

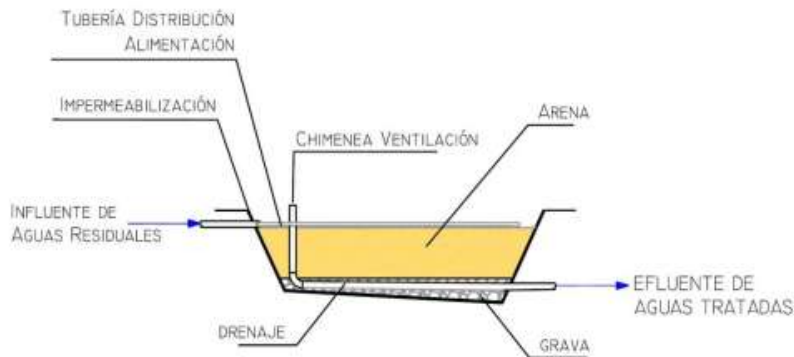
Similitudes entre les filtres tourbe, l'IP modifié, le FSI et le flux vertical ZHA



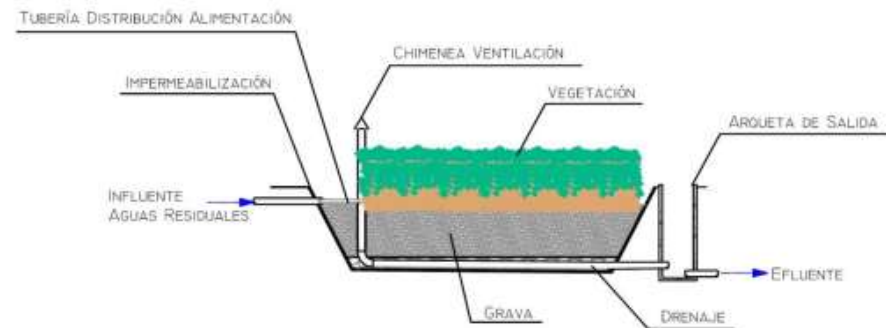
Filtres tourbe



Infiltration-Percolation modifié



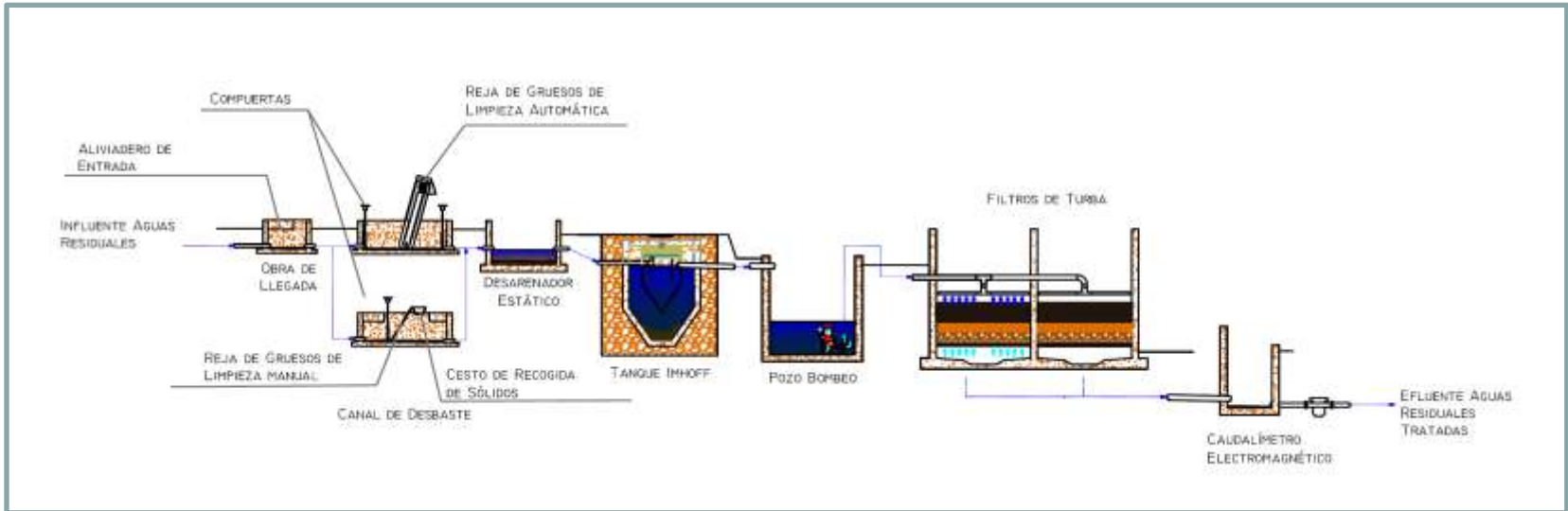
Filtre à sable intermittent



Flux ZHA vertical

1. Conception et construction de filtres tourbe

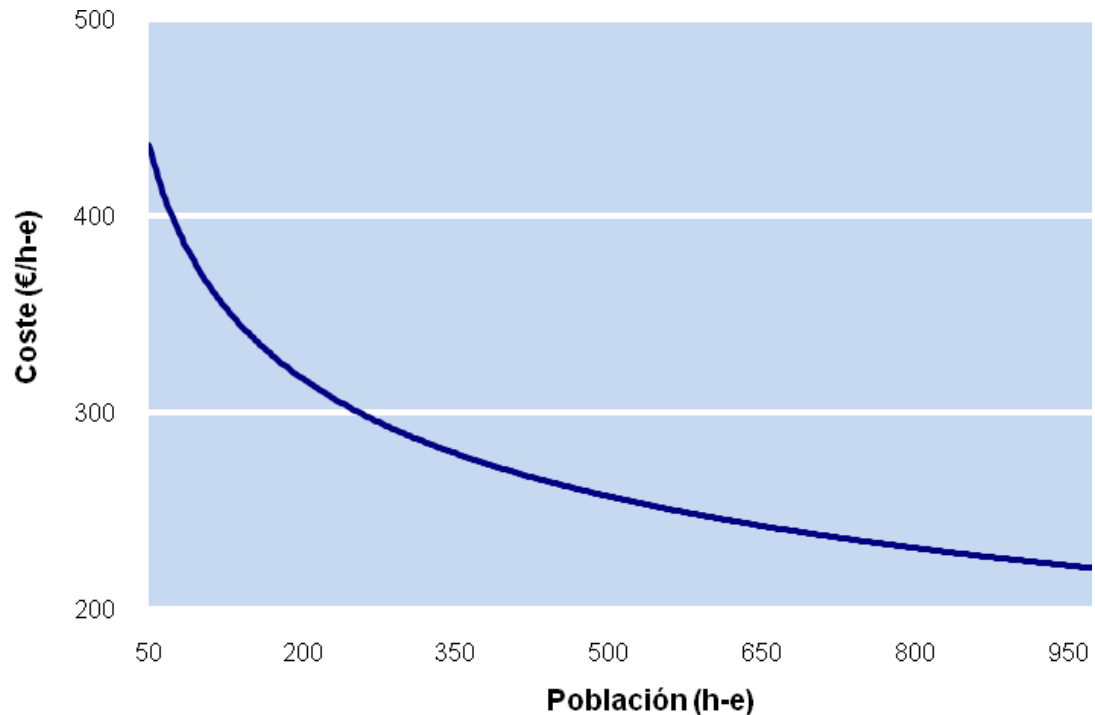
Filtre tourbe: nouveaux critères de conception



La charge organique de création est d'environ 24 g BOD5/m2.j, nécessitant une surface de 1,9 m2 / P.E. pour installer les filtres, en supposant une performance de 25% lors de la phase de prétraitement.

1. Conception et construction de filtres tourbe

Coûts



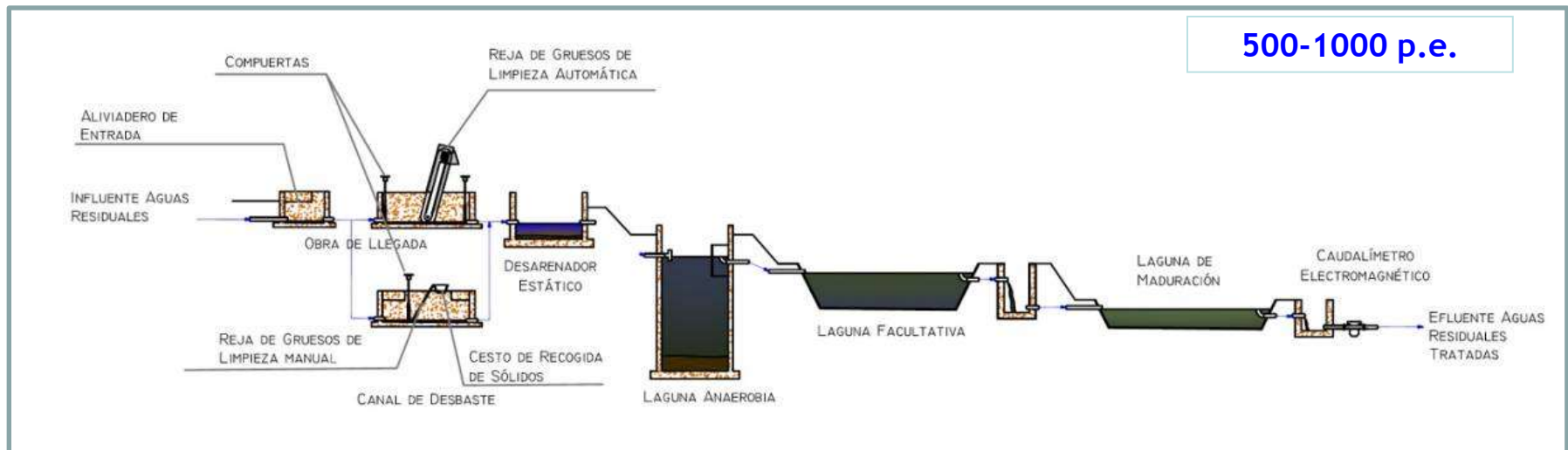
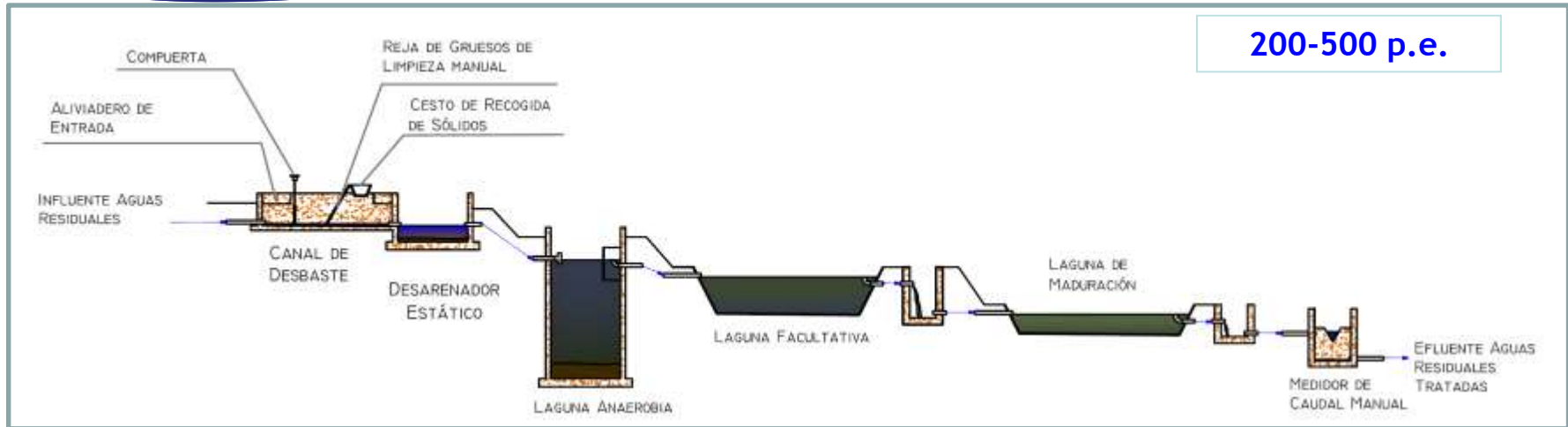
Coûts de mise en œuvre par p.e pour les filtres tourbe

Table des matières

1. Introduction à la conception des technologies douces
2. Conception et construction de zones humides artificielles
3. Conception et construction de filtres à sable intermittents
4. Conception et construction de systèmes d'infiltration-percolation
5. Conception et construction de filtres tourbe
6. Conception et construction de systèmes de lagunage
7. Conception et construction d'autres technologies douces

1. Conception et construction du lagunage

Lagunage: diagrammes de flux



1. Conception et construction du lagunage

Bassin anaérobie: conception

Conceptions empiriques basées sur la charge volumétrique et le temps de rétention

Charge volumétrique exprimée:

$$C_v = C(e) \cdot Q_{md} / V$$

où:

C_v : charge volumétrique (g BOD₅/m³.j)

$C(e)$: BOD influent₅ (mg/l = g/m³)

Q_{md} : moyenne journalière du flux (m³/j)

V : capacité du bassin (m³)

$$V = C(e) \cdot Q_{md} / C_v$$

La charge volumétrique dépend de la température (normalement, la température moyenne du mois le plus froid)

Température (°C)	Charge volumétrique (C_v) (g/m ³ .d)	Élimination BOD ₅ (%)
< 10	100	40
10 - 20	20T-100	2T + 20

1. Conception et construction du lagunage

Bassin anaérobie: conception

Temps de rétention hydraulique:

$$\theta = V / Q_{md}$$

où:

θ : Temps de rétention hydraulique (j)

θ doit être ≥ 2 jours. Si $\theta < 2$ jours, θ est fixé dans 2 jours et la capacité du bassin anaérobie est alors recalculé.

Critères de dimensionnement:

✓ Hauteur = 3-5 m

✓ Pente interne (normalement 2:1, horizontale: verticale)

1. Conception et construction du lagunage

Bassin facultatif: conception

La charge organique maximum (kg BOD5/ha.d) qui peut être appliquée au bassin facultatif avant sa conversion en conditions anaérobies est exprimé comme suit:

$$\lambda_s = 350 (1.107 - 0.002 T)^{T-25} \quad (\text{Mara})$$

λ_s = charge organique superficielle (kg BOD5/ha.j).

T = température (°C) [la température moyenne du mois le plus froid].

- ✓ Exemple: 20°C ▶ 253 kg BOD5/ha·d
- ✓ Pour T ≈ 10°C, la charge organique doit être ≤ 100 kg BOD5/ha·j.
- ✓ Si T < 8°C, la charge organique doit être ≤ 80 kg BOD5/ha·j.

Connaissant la charge organique d'entrée dans le bassin facultatif et tenant compte de la limite mentionnée ci-dessus, la surface nécessaire pour le bassin facultatif est calculée.

En établissant la profondeur de la colonne d'eau (1.5-2.0 m), la validation (≈0.5 m), les pentes internes (normalement, 3:1, horizontal:vertical), et la forme géométrique du bassin, le total et la capacité effective sont calculés.

1. Conception et construction du lagunage

Bassin de maturation: conception

Temps de rétention hydraulique (θ , jours)

$$\theta = V / Q_{md}$$

Pour garantir une élimination effective des pathogènes un minimum de $\theta = 5$ jours est recommandé si seule un bassin de maturation est installé, et $\theta = 3$ jours si deux bassins de maturation fonctionnent ensemble.

En connaissant le taux de flux et le θ nécessaire, la capacité du bassin de maturation est calculée. ($V = \theta \cdot Q_{md}$).

En établissant la profondeur de la colonne d'eau (0.8-1.0 m), les pentes internes (normalement, 3:1, horizontal:vertical), et la forme géométrique du bassin, la surface nécessaire sont calculées.

Pour éviter les surcharges organiques, la charge organique superficielle du bassin de maturation ne doit pas dépasser 75% de la charge organique du bassin facultatif. Si les besoins ne sont pas atteints, la surface et la capacité du bassin de maturation doivent être recalculées.

1. Conception et construction du lagunage

Problèmes de construction



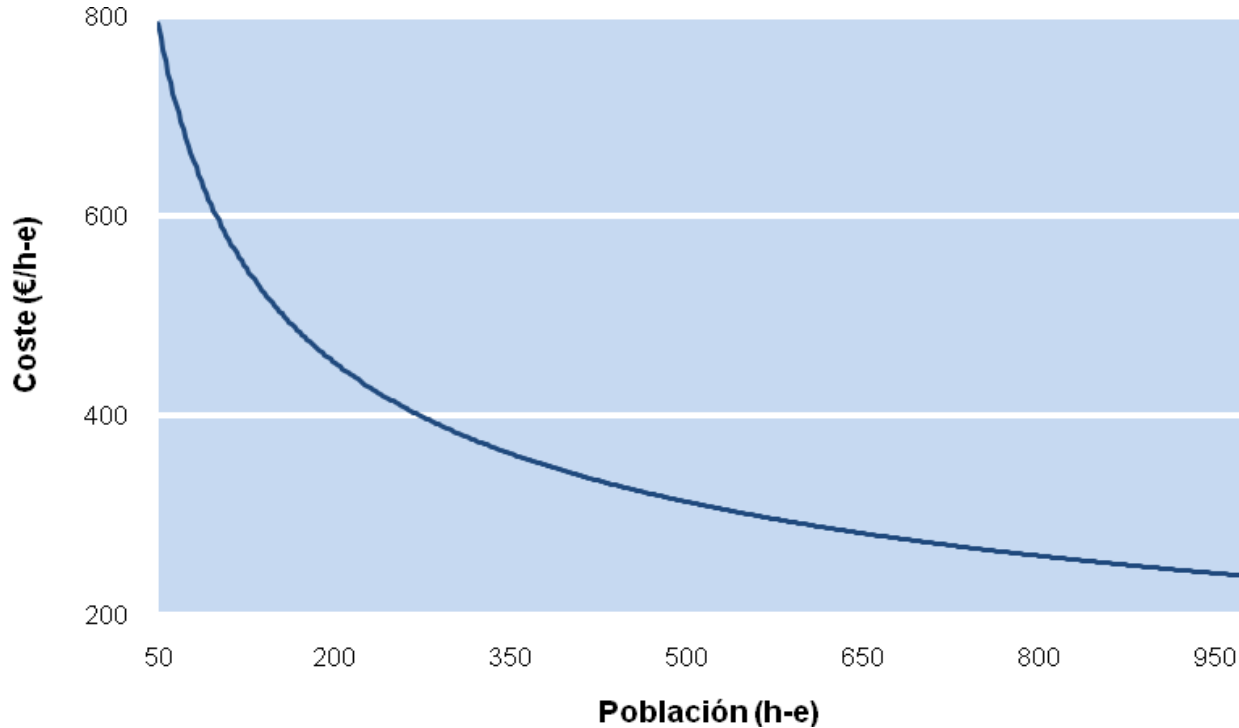
1. Conception et construction du lagunage

Problèmes de construction



1. Conception et construction du lagunage

Coûts



Coûts de mise en œuvre par p.e pour le système de lagunage

Table des matières

1. Introduction à la conception des technologies douces
2. Conception et construction de zones humides artificielles
3. Conception et construction de filtres à sable intermittents
4. Conception et construction de systèmes d'infiltration-percolation
5. Conception et construction de filtres tourbe
6. Conception et construction de systèmes de lagunage
7. Conception et construction d'autres technologies douces

1. Conception et construction d'autres technologies douces

Macrophytes de flottation



Fabara WWTP (Zaragoza) (FHS)



Source: Hidrolution S. L.



WWTP Los Cortijos (Ciudad Real) (FMF)

1. Conception et construction d'autres technologies douces

Macrophytes de flottation

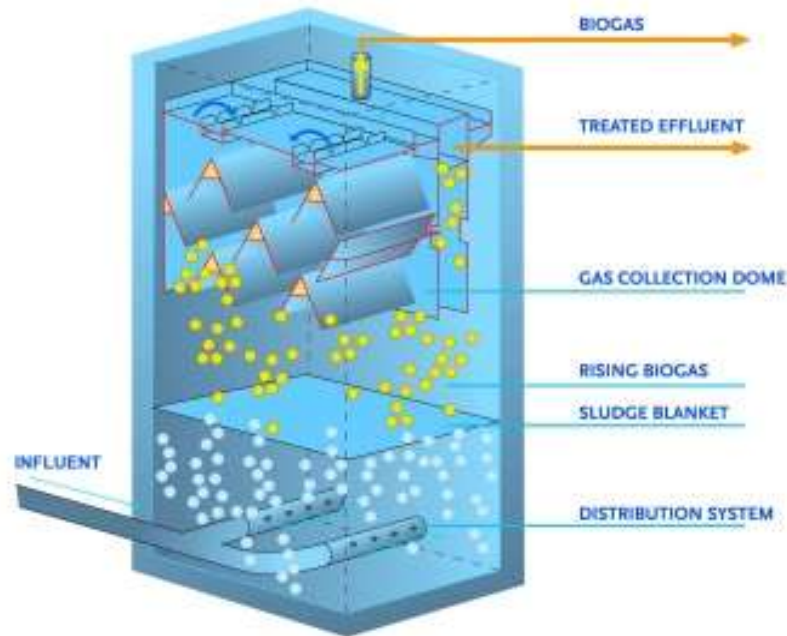
Paramètres de conception: Systèmes FMF et FHS

Paramètre	Système FMF	Système FHS
Surface plantée nécessaire (m ² /pe)	1 - 3	1,5 - 2,5
Temps de rétention hydraulique (j)	7,5 - 10	> 5
Situation des macrophytes	Bassins	Canaux de 2.5 - 4 m de largeur
Profondeur de l'eau (m)	0,5 - 5	> 05
Végétation	Macrophytes émergents	Fundamentalmente eneas o esparganios
Densité de plantation (plants/m ²)	10,8 - 40,5	10
Entretien	Traitement phytosanitaire	Segado 2 o 3 veces al año
Période de temps requise pour le début (obtenant une haute performance)	1 période de végétation	1 an
Prétraitement	Contrôle+ dessableur + tamisage + dégraissage	Contrôle + fosse septique/fosse Imhoff

Source: Hidrolution (Sistema FMF). Universidad Politécnica de Madrid (Sistema FHS)

1. Conception et construction d'autres technologies douces

Réacteurs UASB anaérobies



- ✓ Utilisé pour les traitements primaires et secondaires.
- ✓ Les réacteurs UASB peuvent éliminer jusqu'à 75-85% du COD et 70% des solides en suspension dans les eaux usées.

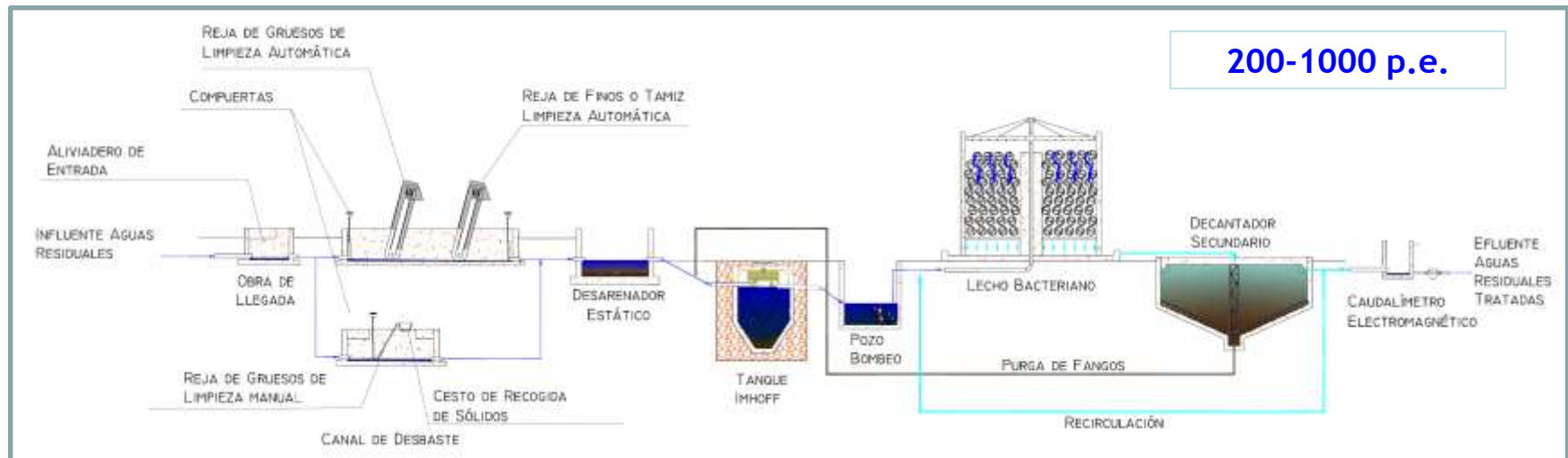
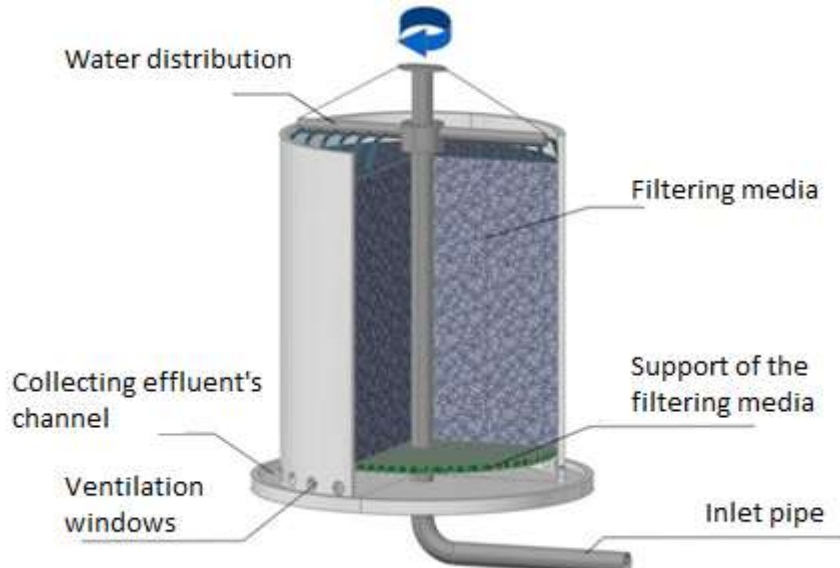
1. Conception et construction d'autres technologies douces

Réacteurs UASB anaérobies

- ✓ Afin de maintenir la boue en suspension, la vitesse du flux ascendant doit être située entre 0.6 et 0.9 m/h.
- ✓ Les paramètres de fonctionnement standards sont les suivants:
 - Taux de charge organique (kg COD/m³.j) = 5-30
 - Temps de séjour hydraulique (j) = 2-0.2
 - Démarrage (j) = 30-90
 - Charge organique de l'effluent (mg COD/l) = 300-80000
 - Vitesse superficielle (m/h), us
 - Boue granuleuse, us= 1-3 m/h
 - Boue floconneuse, us= 0,5-0,75 m/h
 - Hauteur (m) = 5-8

1. Conception et construction d'autres technologies douces

Lit bactérien



1. Conception et construction d'autres technologies douces

Lit bactérien

Recommandations pour la conception des lits bactériens de faible charge

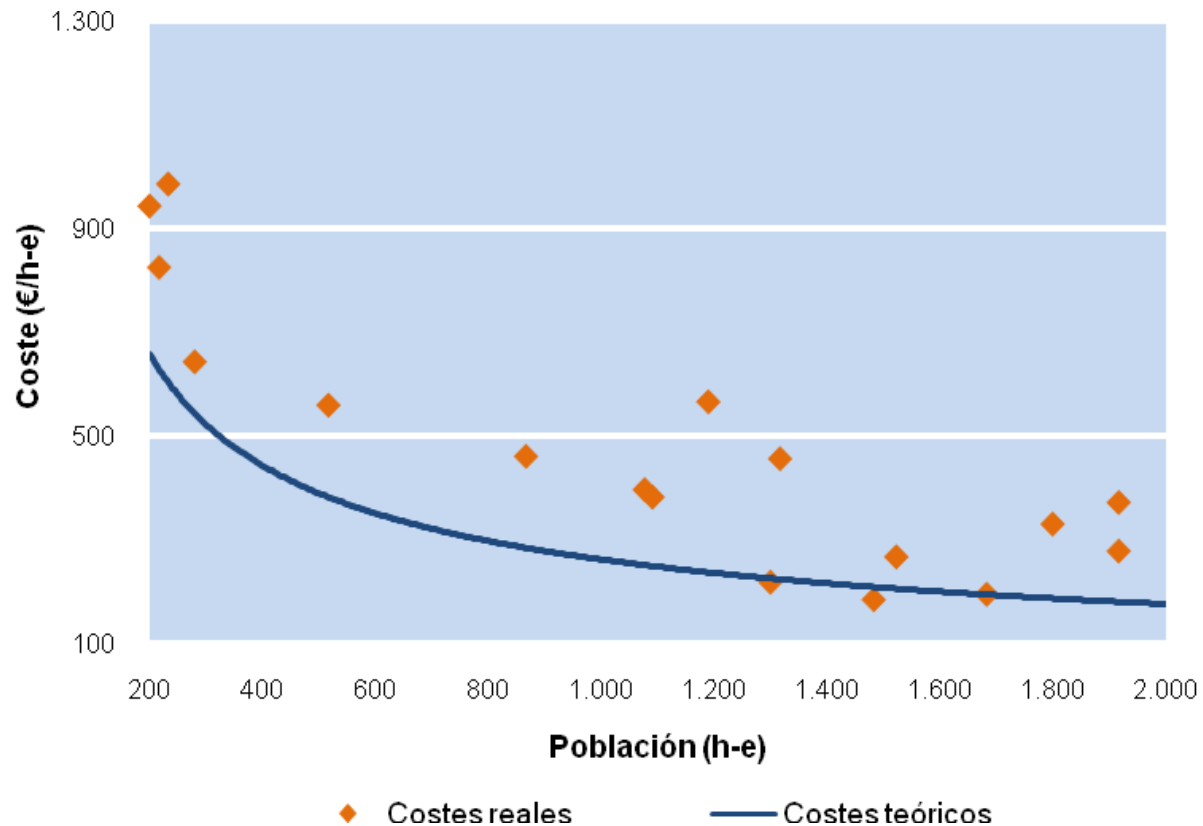
Paramètre	Valeur recommandée
Charge organique (kg BOD5/m ³ .j)	0.2 - 0.4
Charge hydraulique maximum (m ³ /m ² .h)*	>0,4 (rempli avec des pierres) >0,8 (rempli avec du plastique)
Hauteur de remplissage (m)	2 - 3 m (rempli avec des pierres) 4 - 5 m (rempli avec du plastique)
Recirculation (Q _r /Q)**	1-2

* Pour le débit maximum (Q_{max})

** Pour le débit horaire moyen (Q_{m,h})

1. Conception et construction d'autres technologies douces

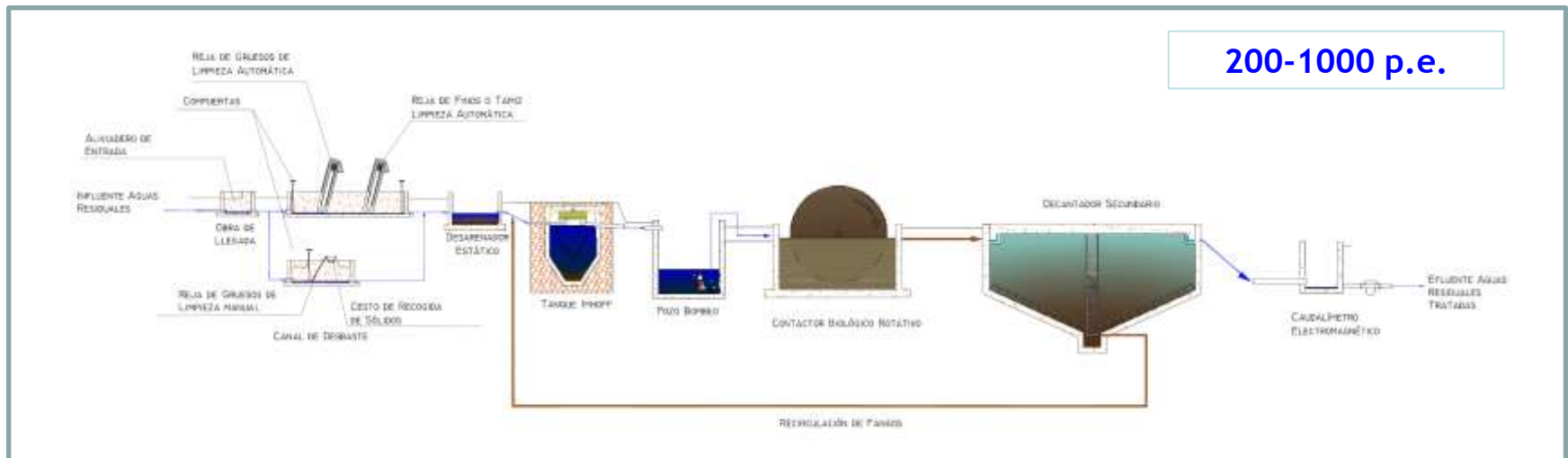
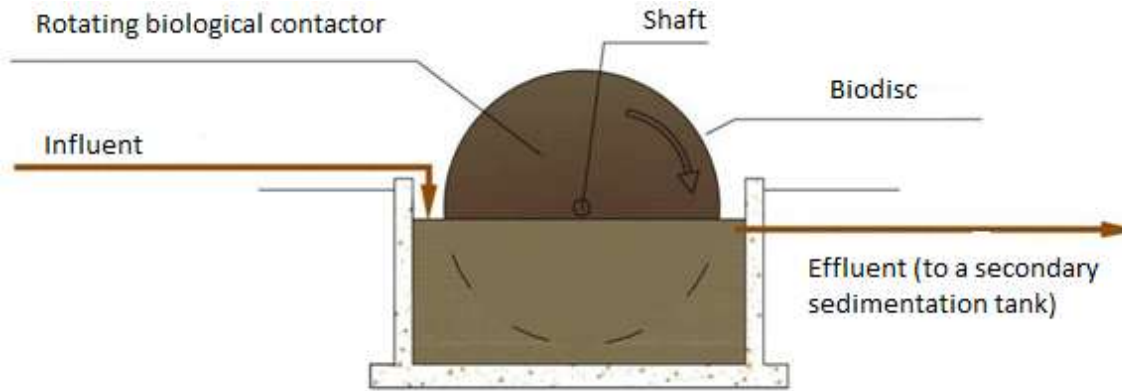
Lit bactérien



Coûts de mise en œuvre par p.e pour les lits bactériens

1. Conception et construction d'autres technologies douces

Disque biologique



1. Conception et construction d'autres technologies douces

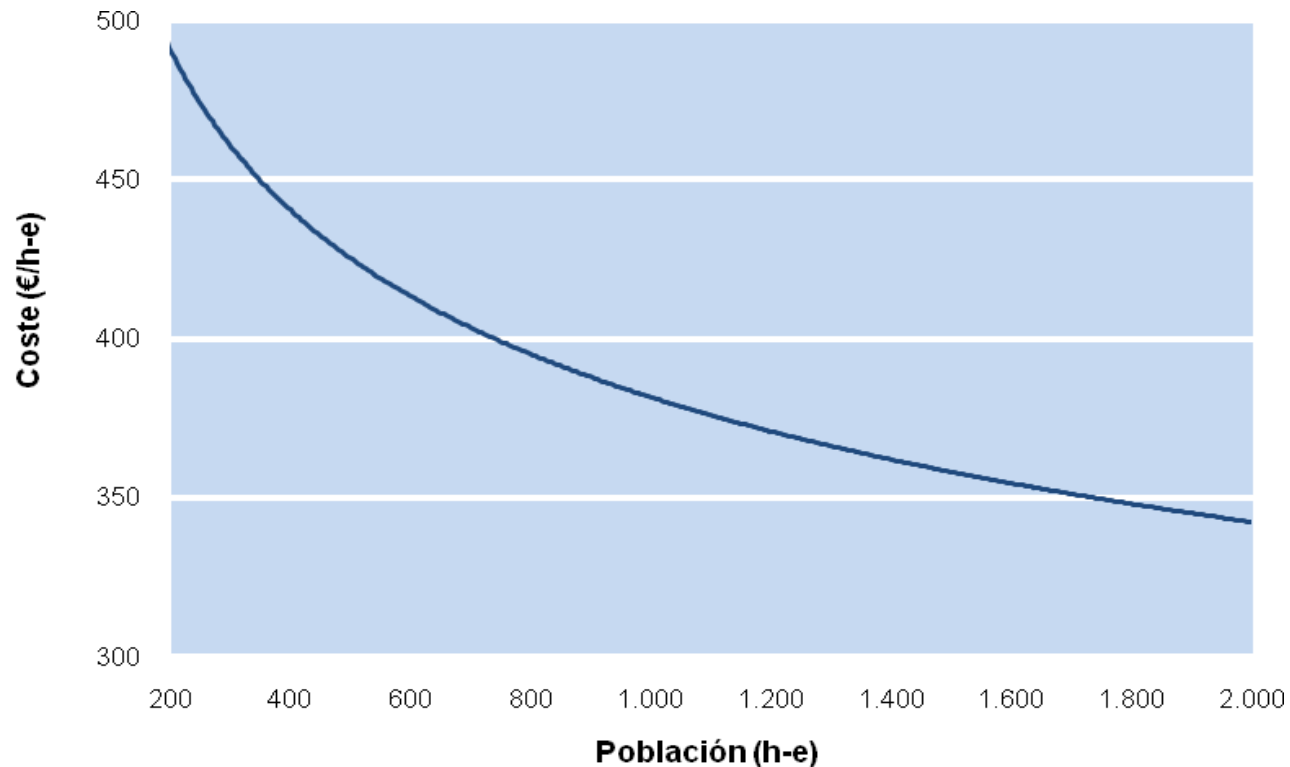
Disque biologique

Critère de conception pour RBC

Paramètre	Valeur
Charge organique dans la première étape	< 40 g BOD5 /m ² ·j
Charge hydraulique - Élimination BOD5 - Nitrification	≤ 0,15 m ³ /m ² .j ≤ 0,07 m ³ /m ² .j
Surface spécifique du RBC - Élimination BOD5 - Nitrification	110 m ² /m ³ 200 m ² /m ³

1. Conception et construction d'autres technologies douces

Disque biologique



Coûts de mise en œuvre par p.e pour RBC

Référence principale



CEDEX

CENTRO DE ESTUDIOS Y
EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS
PÚBLICAS



« *Lignes directrices pour la mise en œuvre des systèmes de traitement dans les petites populations* ». Ministère de l'environnement et des affaires rurales et maritimes. 2010.

مع خالص شكري
وامتناني

Thank you
for your attention

Merci pour
votre attention



*Pour des informations ultérieures veuillez contacter:
Mécanisme d Soutien a la Gestion Intégrée Durable de l'Eau sur:
info@swim-sm.eu ou consultez www.swim-sm.eu*