



AIGÜES MANRESA  
GESTIÓ PÚBLICA DE L'AIGUA

---

**Estudi d'Alternatives Tecnològiques per a una instal·lació  
d'Assecatge Solar de Fangs de Depuració**

---

*octubre, 2023*



ENGINYERIA AMBIENTAL, TGA, S.L.

Enginyeria Ambiental, TGA, S.L.

Tel. 93 3723832

Fax. 93 4706127

[tgasl@tgasl.com](mailto:tgasl@tgasl.com)

## TAULA DE CONTINGUTS

	<u>Pàgina</u>
<b><u>1 OBJECTE</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>2 ANTECEDENTS</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>3 BASES DE L'ESTUDI</u></b>	<b><u>1</u></b>
3.1 FINALITAT I OBJECTIUS	1
3.2 SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT	1
<b><u>4 CONDICIONANTS</u></b>	<b><u>1</u></b>
4.1 DIMENSIONAMENT	1
4.2 MODEL DE GESTIÓ DELS BIOSÒLIDS	3
4.3 DISPONIBILITAT D'ENERGIA ELÈCTRICA	4
4.4 SENSIBILITAT A LES PUDORS	4
<b><u>5 OBTENCIÓ DE LA INFORMACIÓ BÀSICA</u></b>	<b><u>4</u></b>
<b><u>6 ALTERNATIVES CONSIDERADES</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b><u>7 SELECCIÓ D'ALTERNATIVES</u></b>	<b><u>6</u></b>
7.1 CRITERIS CONSIDERATS	6
7.2 JERARQUITZACIÓ DELS CRITERIS	9
7.3 JERARQUITZACIÓ DE LES ALTERNATIVES PER A CADA CRITERI	11
<b><u>8 RESULTATS</u></b>	<b><u>13</u></b>

## ANNEXOS

- Annex-00. Sol·licitud d'Ofertes
- Annex-01. Tecnologia THERMO SYSTEM
- Annex-02. Tecnologia ZIZMANN
- Annex-03. Tecnologia HUBER TECHNOLOGY
- Annex-04. Variació del PCI amb la sequedat i la matèria orgànica
- Annex-05. Concentració de NH<sub>3</sub> en l'aire de procés

## 1 OBJECTE

El document constitueix l'*Estudi d'Alternatives Tecnològiques per a una instal·lació d'Assecatge Solar de Fangs de Depuració*.

## 2 ANTECEDENTS

Constitueixen antecedents de l'*Estudi* les reunions mantingudes entre membres de l'equip de la *Direcció Tècnica d'Aigües de Manresa S.A.* i el *Consultor* els dies 230502 i 230921, així com els següents documents:

- i) 'e131.03.assecatge solar. estudi alternatives. oferta de serveis.rA-230323.pdf'
- ii) 'e131.03.assecatge solar.alternatives. preliminars.rE-230906.docx'

## 3 BASES DE L'ESTUDI

### 3.1 FINALITAT I OBJECTIUS

La finalitat de l'*Estudi* és contribuir a l'optimització del sistema de gestió dels biosòlids generats en les EDAR explotades per **Aigües de Manresa S.A.**

Els objectius es concreten en:

- i) Identificar, descriure –i, eventualment, quantificar- els condicionants que afecten a la proposta d'actuació.
- ii) Identificar i descriure diferents alternatives tècniques de l'assecatge solar de fangs.
- iii) Establir els criteris i la metodologia per a l'avaluació i selecció d'alternatives.
- iv) Analitzar l'adequació de les alternatives identificades als condicionants establerts.
- v) Argumentar el procés de selecció i concloure en la solució d'elecció.

### 3.2 SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT

La *Planta d'Assecatge Solar de Fangs de Manresa* se situarà en els terrenys actualment ocupats per la *Planta de Compostatge de Fangs de Manresa*, a l'extrem sud oriental del terme municipal de Manresa, al km 26 de la Carretera de Manresa a Abrera C-55, al costat de l'EDAR de Manresa. L'accés a la *Planta* és comú amb el de l'EDAR i es realitza directament des de la carretera C-55 a través d'un pont sobre la via de RENFE de 5,50 m d'amplada i amb el ferm asfaltat.

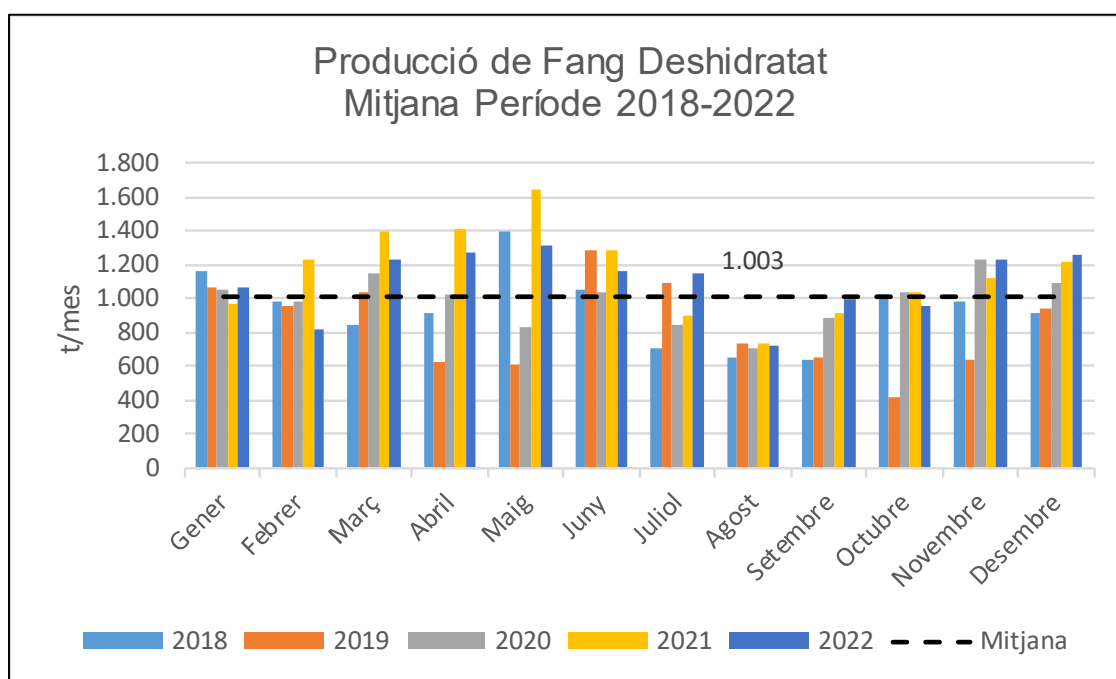
## 4 CONDICIONANTS

### 4.1 DIMENSIONAMENT

La **Taula-01** mostra la distribució mensual de la producció de fang deshidratat en les EDARS explotades per **Aigües de Manresa S.A.** en el període 2018-2022. El **Gràfic-01** il·lustra aquestes mateixes dades.

**Taula-01.** Producció de Fangs Deshidratat. Període 2018-2022

Data	2018	2019	2020	2021	2022	Mitjana
Gener	1.155	1.067	1.055	963	1.058	1.060
Febrer	984	955	985	1.233	818	995
Març	845	1.039	1.153	1.398	1.225	1.132
Abril	914	629	1.025	1.404	1.272	1.049
Maig	1.394	606	837	1.636	1.316	1.158
Juny	1.047	1.279	1.039	1.290	1.156	1.162
Juliol	710	1.095	848	903	1.141	939
Agost	647	730	704	728	720	706
Setembre	638	656	892	913	991	818
Octubre	1.024	415	1.042	1.041	949	894
Novembre	975	637	1.228	1.121	1.228	1.038
Desembre	920	936	1.094	1.219	1.253	1.085
Total	11.255	10.042	11.902	13.849	13.127	12.035
Mitjana Mensual	938	837	992	1.154	1.094	1.003



**Gràfic-01.** Distribució mensual de la generació de fangs en les EDARS gestionades per **Aigües de Manresa S.A.** Període 2018-2022.

La **Taula-02** mostra les equivalències -expressades en t fang deshidratat/mes- per a diferents combinacions de matèria seca dels materials d'entrada -fang deshidratat- i de sortida -fang assecat- per a una instal·lació amb capacitat per evaporar 684 t d'aigua al mes. L'esmentada capacitat correspon -en particular- al tractament de 844 t/mes de fang deshidratat -unes 10.000 t any<sup>-1</sup>- si la matèria seca del fang deshidratat és 17% i la del fang sec és 90%.



**Taula-02.** t Fang Deshidratat/mes que corresponen a 684 t H<sub>2</sub>O/mes de capacitat d'evaporació

		<b>Matèria Seca Fang Deshidratat</b>				
		<b>0,16</b>	<b>0,17</b>	<b>0,18</b>	<b>0,19</b>	<b>0,20</b>
<b>Matèria Seca Fang Assecat</b>	<b>0,95</b>	823	833	844	855	867
	<b>0,94</b>	825	835	846	858	869
	<b>0,93</b>	826	837	848	860	872
	<b>0,92</b>	828	839	851	862	874
	<b>0,91</b>	830	841	853	865	877
	<b>0,90</b>	832	<b>844</b>	855	867	880
	<b>0,89</b>	834	846	858	870	883
	<b>0,88</b>	836	848	860	873	885
	<b>0,87</b>	838	850	863	875	888
	<b>0,86</b>	841	853	865	878	892
	<b>0,85</b>	843	855	868	881	895
	<b>0,84</b>	845	858	871	884	898
<b>0,83</b>	848	860	874	887	901	

*684 t H<sub>2</sub>O/mes equival a l'aigua que cal evaporar mensualment en una instal·lació d'unes 10.000 t/any de capacitat si la matèria seca del fang deshidratat és 17% i la del fang sec és 90%.*

Els criteris de dimensionament adoptats han estat els següents:

- i) Fangs deshidratats: 9.000-10.000 t/any
- ii) Sequedat inicial: 17-18%MS
- iii) Sequedat final prevista: mínim 75% MS. Màx. 90%MS

## 4.2 MODEL DE GESTIÓ DELS BIOSÒLIDS

El model de gestió que configura l'escenari d'actuació es basa en l'aplicació directa al sòl dels biosòlids –aplicació en profit de l'agricultura- en aquelles circumstàncies en les quals sigui possible.

No obstant, cal atendre a aquelles situacions en què l'aplicació al sòl no és factible: (1) biosòlids no digerits; (2) biosòlids amb càrregues altes de metalls pesants; (3) èpoques o condicions climàtiques adverses; (4) condicions del sòl i/o dels cultius desfavorables; i (5) altres situacions imprevistes.

Per a les anteriors situacions cal disposar d'una alternativa que resolgui: (1) les tensions logístiques derivades de confrontar la distribució temporal de la producció amb les capacitats efectives proporcionades pels destins finals; i (2) la compatibilitat de les característiques qualitatives dels biosòlids amb la naturalesa dels destins.

L'alternativa d'elecció haurà de ser robusta des del punt de vista tècnic i conjunturalment independent de tercers.

L'assecatge solar proporciona una alternativa ajustada al model de gestió descrit. En efecte, al marge dels avantatges logístics i ambientals que puguin identificar-se, l'assecatge solar dels biosòlids amplia els possibles destins finals del material tractat, podent considerar-se –com a mínim-: (1) la valorització energètica del fang sec –coincineració-; i (2) la utilització del fang sec com esmena energètica en processos de compostatge.

No obstant, cal assenyalar que:

- i) L'assecatge solar no garanteix la higienització del producte, de manera que l'eventual higienització està condicionada a la utilització d'altres fonts de calor.
- ii) L'increment de les concentracions de N i P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> que resulten en el procés d'assecatge poden condicionar la distribució pràctica de les dosis d'aplicació agronòmica.
- iii) La limitació dels processos biològics –associats a l'assecatge solar- no determinen la inexistència de pudor –en particular, emissions de NH<sub>3</sub>-.

#### 4.3 DISPONIBILITAT D'ENERGIA ELÈCTRICA

No es preveuen limitacions quant a la disponibilitat d'energia elèctrica.

#### 4.4 SENSIBILITAT A LES PUDORS

La proximitat del veïnat d'Els Comtals -i els precedents de queixes per molèsties- determinen que calgui valorar de molt alta la sensibilitat de l'entorn en matèria d'olors.

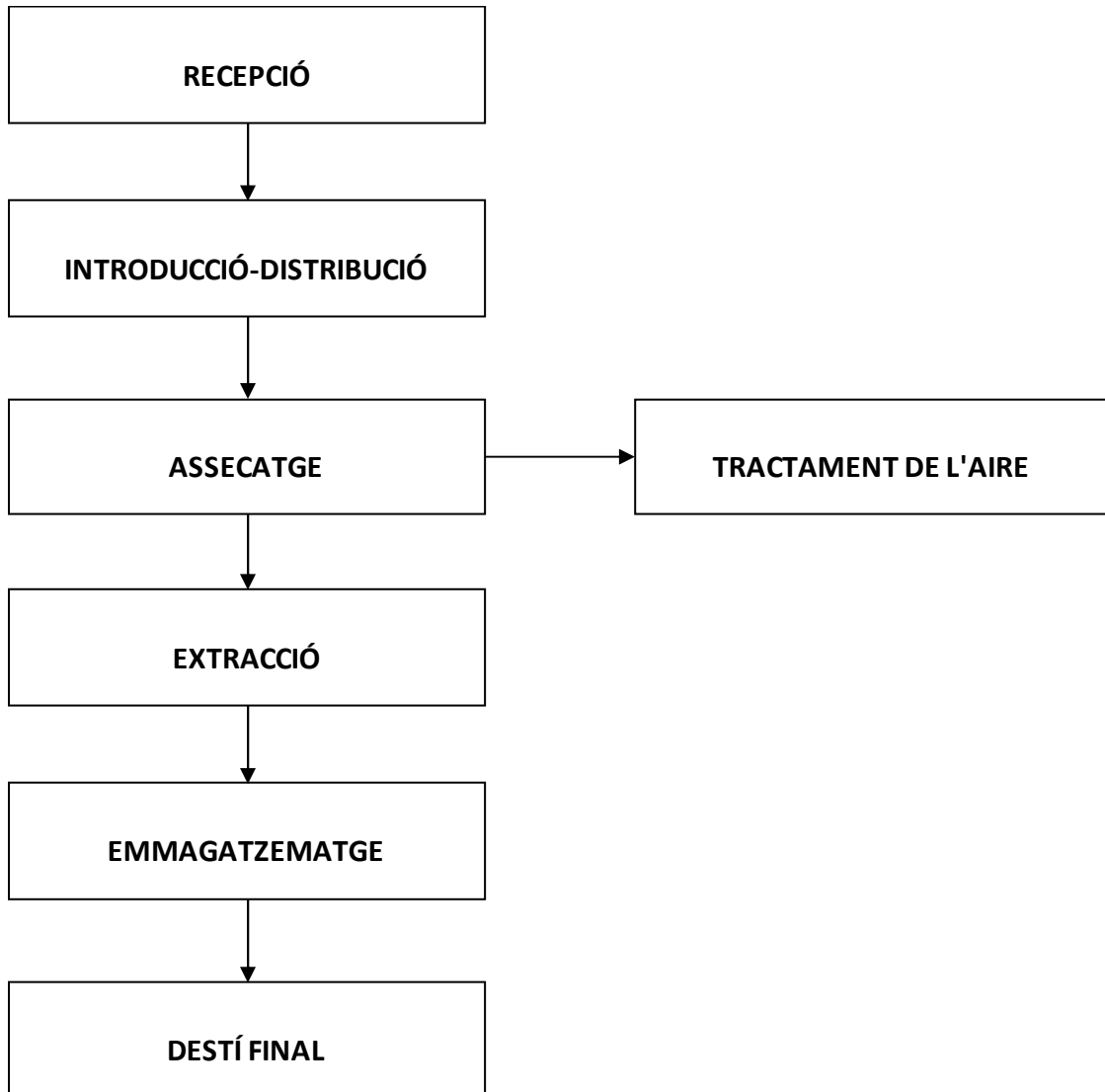
### 5 OBTENCIÓ DE LA INFORMACIÓ BÀSICA

A fi i efecte de disposar d'informació –tècnica i econòmica- sobre l'estat actual de les possibilitats tecnològiques de l'assecatge solar varen adreçar-se sol·licituds d'oferta a les següents firmes: THERMO SYSTEM; ZIZMANN; HUBER TECHNOLOGY; i VEOLIA.

L'**Esquema-01** representa les operacions directament implicades en el procés d'assecatge solar. El model de sol·licitud d'ofertes –**Annex-00**- atén explícitament a les esmentades operacions.

Els **Annex-01**, **Annex-02** i **Annex-03** recullen, respectivament, la informació aportada per les companyies THERMO SYSTEM; ZIZMANN; i HUBER TECHNOLOGY.

Val a dir que VEOLIA declinà formular oferta dels seus equips.



**Esquema-01.** Operacions directament implicades en el procés d'Assecatge Solar

## 6 ALTERNATIVES CONSIDERADES

L'anàlisi de la informació proporcionada pels diferents tecnòlegs suggereix que poden distingir-se dos grups de solucions en funció del règim de treball: (1) règim continu; i (2) règim per lots –batch-.

Així, l'anàlisi d'alternatives s'ha desenvolupat en base a l'anterior classificació, contrastant les característiques –avantatges i inconvenients- d'ambdós grups de solucions.

## **7 SELECCIÓ D'ALTERNATIVES**

Es proposa l'aplicació d'un procediment d'anàlisi jeràrquica (AHP) com a metodologia multicriteri per a la selecció d'alternatives.

Tant els criteris com la jerarquització adoptada en el desenvolupament recollit en els següents paràgrafs han estat contrastats i acordats amb la direcció d'**Aigües de Manresa S.A.**

### **7.1 CRITERIS CONSIDERATS**

Els *Criteris* originalment proposats són els recollits a la **Taula-01**.

Els *Criteris* finalment considerats en l'etapa de valoració són tots els de la **Taula-3** excepte els Núms 8, 9 i 12 –per les raons expressades en la mateixa taula-.

Taula-03. Criteris

Núm	Criteri	Descripció
1	<i>Inversió (CapEx)</i>	L'expressem en termes de €/t fang/any). No s'inclouen sistemes de Tractament de l'Aire –per considerar-los, fins a cert punt, independents de la tecnologia d'assecatge-, ni tampoc Obra Civil. Sí que s'inclou el subministrament de l'hivernacle. Les ofertes econòmiques disponibles resulten pràcticament iguals (211,00-208,00 €/t/any).
2	<i>Costos O&amp;M (OpEx)</i>	Atesa la informació disponible, la valoració d'aquest indicador només considera els costos d'Operació –i no els de Manteniment-. Inclou termes d'energia i personal i, eventualment, les operacions de càrrega i descàrrega. Curiosament –partint de les dades dels subministradors- els costos d'operació més elevats no corresponen al de la tecnologia que contempla les operacions de Càrrega/Descàrrega no automàtiques. Disposem d'estimes de costos de Manteniment –pròpiament dits- per a THERMO-SYSTEM i ZIZMANN -0,2% -1,0% s/lo, respectivament-. Quan disposem d'una estimació per al cas de HUBERT els incorporarem a l'anàlisi.
3	<i>Ocupació de l'espai</i>	Es valora en base a t H <sub>2</sub> O/m <sup>2</sup> /any. Tal com està plantejat és un indicador d'eficiència –més que d'ocupació pròpiament dita-. Els valors es mouen en el rang 1,31 - 1,90 t H <sub>2</sub> O/m <sup>2</sup> /any segons les tecnologies analitzades.
4	<i>Energia Invertida</i>	S'ha expressat en kWh/t fang. Els valors estan en el rang 23,40 - 47,12 kWh/t fang [o 30,26 - 62,00 kWh/t H <sub>2</sub> O]. Per als sistemes on les operacions de càrrega i descàrrega es confien a una pala mecànica, l'energia inclou el consum de combustible (300 h any <sup>-1</sup> ; 12 L h <sup>-1</sup> )
5	<i>Recursos O&amp;M</i>	Es valora en termes de hores/t fang. El rang de valors és 0,04 - 0,09 h/t fang. Per als sistemes on les operacions de càrrega i descàrrega es confien a una pala mecànica s'ha inclòs el temps de palista (300 h any <sup>-1</sup> ).
6	<i>Dependència Tecnològica</i>	La dependència tecnològica és equivalent entre alternatives quant als algorismes de control.
7	<i>Versatilitat</i>	Es valora l'amplada del rang de possibilitats d'operació -quantitats tractades; matèria seca final-.
8	<i>Aptitud valoritzacions alternatives</i>	En principi es pretenia valorar la facilitat d'adaptació a destins finals alternatius -valorització energètica; manteniment del PCI-. Finalment s'ha desestimat aquest criteri al no identificar-lo amb prou claredat amb els tipus de tecnologia contrastades.

**Taula-03. Criteris**

Núm	Criteri	Descripció
9	<i>Sistemes de Control</i>	La sensòrica i el hardware –en general- son equivalents. En el present estadi de desenvolupament de les ofertes no és possible valorar la bondat dels algorismes. Si es valora la complexitat, també pot suggerir-se equivalència entre alternatives, atès que a la simplificació que suposa evitar el funcionament en continu s'oposa la necessitat de gestionar el robot. Finalment, el criteri no participa en la comparació d'alternatives.
10	<i>Aire. Cabals</i>	Existeix una ampla diferència entre els cabals emprats per les diferents tecnologies: entre 800.000 m <sup>3</sup> /t H <sub>2</sub> O i 460.000 m <sup>3</sup> /t H <sub>2</sub> O. Al marge de l'eficiència dels sistemes i de l'eventual diferència de consums elèctrics –valorats a banda-, fer servir més aire té l'avantatge de disminuir el risc d'emetre aire amb elevades concentracions de NH <sub>3</sub> –o qualsevol altre substància pudent-.
11	<i>Aire. Olors</i>	En aquest apartat es pretén valorar l'eventual incidència de reduir el procés de descomposició de la matèria orgànica –treball en capa fina amb alta freqüència de volteig-. D'acord amb les condicions simulades (C/N = 6), l'increment de la concentració de NH <sub>3</sub> en l'aire extret degut a variacions en la matèria orgànica degradada pot ser significatiu.
12	<i>Modularitat. Capacitat Ampliació</i>	Totes les alternatives són escalables. El criteri no discrimina.
13	<i>Robustesa</i>	Es valora positivament la possibilitat d'intercanviar amb facilitat elements fonamentals de la instal·lació entre diferents mòduls. Es valora negativament l'existència de mecanismes i parts mòbils -per considerar que són elements susceptibles d'avaries i no fàcilment substituïbles-.

## 7.2 JERARQUITZACIÓ DELS CRITERIS

La jerarquitzaió dels criteris ha estat basada en la valorització dels judicis proposada per Saaty, 1980 i que es recull a la **Taula-04**.

**Taula-04.** Valoració dels judicis (Saaty, 1980)

1	3	5	7	9
Indiferent	Moderada	Forta	Molt forta	Extrema

La **Taula-05** mostra la matriu de judicis confeccionada a partir de les comparacions de criteris aparellats. En l'esmentada matriu, els valors que figuren en cada casella corresponen a la valoració relativa de cada parella de criteris, d'acord amb la valorització dels judicis de la **Taula-04**.

La corresponent matriu normalitzada (M) resulta

$$M = \begin{bmatrix} 0,03 & 0,01 & 0,03 & 0,01 & 0,02 & 0,01 & 0,04 & 0,03 & 0,05 & 0,02 \\ 0,13 & 0,06 & 0,14 & 0,14 & 0,08 & 0,07 & 0,07 & 0,01 & 0,05 & 0,17 \\ 0,03 & 0,01 & 0,03 & 0,03 & 0,02 & 0,01 & 0,04 & 0,03 & 0,05 & 0,03 \\ 0,08 & 0,01 & 0,03 & 0,03 & 0,02 & 0,01 & 0,04 & 0,03 & 0,05 & 0,03 \\ 0,13 & 0,06 & 0,14 & 0,14 & 0,08 & 0,07 & 0,07 & 0,10 & 0,05 & 0,17 \\ 0,18 & 0,06 & 0,19 & 0,20 & 0,08 & 0,07 & 0,07 & 0,16 & 0,05 & 0,06 \\ 0,13 & 0,17 & 0,14 & 0,14 & 0,23 & 0,21 & 0,21 & 0,16 & 0,23 & 0,17 \\ 0,03 & 0,28 & 0,03 & 0,03 & 0,03 & 0,01 & 0,04 & 0,03 & 0,03 & 0,02 \\ 0,13 & 0,28 & 0,14 & 0,14 & 0,39 & 0,34 & 0,21 & 0,22 & 0,23 & 0,17 \\ 0,18 & 0,06 & 0,14 & 0,14 & 0,08 & 0,21 & 0,21 & 0,22 & 0,23 & 0,17 \end{bmatrix}$$

I el vector de pesos per als criteris (P):

$$P = \begin{bmatrix} 0,02 \\ 0,09 \\ 0,03 \\ 0,03 \\ 0,10 \\ 0,11 \\ 0,18 \\ 0,05 \\ 0,22 \\ 0,16 \end{bmatrix}$$

Taula-05. Matriu de judicis

		<i>Inversió (CapEx)</i>	<i>Costos O&amp;M (OpEx)</i>	<i>Ocupació de l'espai</i>	<i>Energia Invertida</i>	<i>Recursos O&amp;M</i>	<i>Dependència Tecnològica</i>	<i>Versatilitat</i>	<i>Aire. Cabals</i>	<i>Aire. Olors</i>	<i>Robustesa</i>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>13</b>
<i>Inversió (CapEx)</i>	<b>1</b>	1,00	0,20	1,00	0,33	0,20	0,14	0,20	1,00	0,20	0,14
<i>Costos O&amp;M (OpEx)</i>	<b>2</b>	5,00	1,00	5,00	5,00	1,00	1,00	0,33	0,20	0,20	1,00
<i>Ocupació de l'espai</i>	<b>3</b>	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	0,14	0,20	1,00	0,20	0,20
<i>Energia Invertida</i>	<b>4</b>	3,00	0,20	1,00	1,00	0,20	0,14	0,20	1,00	0,20	0,20
<i>Recursos O&amp;M</i>	<b>5</b>	5,00	1,00	5,00	5,00	1,00	1,00	0,33	3,00	0,20	1,00
<i>Dependència Tecnològica</i>	<b>6</b>	7,00	1,00	7,00	7,00	1,00	1,00	0,33	5,00	0,20	0,33
<i>Versatilitat</i>	<b>7</b>	5,00	3,00	5,00	5,00	3,00	3,00	1,00	5,00	1,00	1,00
<i>Aire. Cabals</i>	<b>10</b>	1,00	5,00	1,00	1,00	0,33	0,20	0,20	1,00	0,14	0,14
<i>Aire. Olors</i>	<b>11</b>	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	1,00	7,00	1,00	1,00
<i>Robustesa</i>	<b>13</b>	7,00	1,00	5,00	5,00	1,00	3,00	1,00	7,00	1,00	1,00



### 7.3 JERARQUITZACIÓ DE LES ALTERNATIVES PER A CADA CRITERI

La **Taula-06** mostra els valors adoptats en el procés de jerarquitzaació d'alternatives. Els valors ( $a_{i,j}$ ) que figuren en les caselles de les matrius

	<b>A1</b>	<b>A2</b>
<b>A1</b>	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$
<b>A2</b>	$a_{2,1}$	$a_{2,2}$

corresponen a les valoracions relatives de cada parella d'alternatives per al criteri considerat, d'acord amb la valorització dels judicis de la **Taula-04**.

**Taula-06.** Jerarquitzaació d'Alternatives (1/2)

1. Inversió (CapEx )						
		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Normalitzada</b>		<b>Vm</b>
SISTEMES BATCH	<b>A1</b>	1,00	1,00	0,50	0,50	<b>0,50</b>
SISTEMES CONTINUS	<b>A2</b>	1,00	1,00	0,50	0,50	<b>0,50</b>
Suma		2,00	2,00			1,00
2. Costos O&M (OpEx)						
		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Normalitzada</b>		<b>Vm</b>
SISTEMES BATCH	<b>A1</b>	1,00	3,00	0,75	0,75	<b>0,75</b>
SISTEMES CONTINUS	<b>A2</b>	0,33	1,00	0,25	0,25	<b>0,25</b>
Suma		1,33	4,00			1,00
3. Ocupació de l'espai						
		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Normalitzada</b>		<b>Vm</b>
SISTEMES BATCH	<b>A1</b>	1,00	0,33	0,25	0,25	<b>0,25</b>
SISTEMES CONTINUS	<b>A2</b>	3,00	1,00	0,75	0,75	<b>0,75</b>
Suma		4,00	1,33			1,00
4. Energia Invertida						
		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Normalitzada</b>		<b>Vm</b>
SISTEMES BATCH	<b>A1</b>	1,00	5,00	0,83	0,83	<b>0,83</b>
SISTEMES CONTINUS	<b>A2</b>	0,20	1,00	0,17	0,17	<b>0,17</b>
Suma		1,20	6,00			1,00
5. Recursos O&M						
		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Normalitzada</b>		<b>Vm</b>
SISTEMES BATCH	<b>A1</b>	1,00	3,00	0,75	0,75	<b>0,75</b>
SISTEMES CONTINUS	<b>A2</b>	0,33	1,00	0,25	0,25	<b>0,25</b>
Suma		1,33	4,00			1,00

**Taula-06. Jerarquització d'Alternatives (2/2)**

6. Dependència Tecnològica

		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Normalitzada</b>		<b>Vm</b>
SISTEMES BATCH	<b>A1</b>	1,00	0,33	0,25	0,25	<b>0,25</b>
SISTEMES CONTINUS	<b>A2</b>	<b>3,00</b>	1,00	0,75	0,75	<b>0,75</b>
Suma		4,00	1,33			1,00

7. Versatilitat

		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Normalitzada</b>		<b>Vm</b>
SISTEMES BATCH	<b>A1</b>	1,00	3,00	0,75	0,75	<b>0,75</b>
SISTEMES CONTINUS	<b>A2</b>	<b>0,33</b>	1,00	0,25	0,25	<b>0,25</b>
Suma		1,33	4,00			1,00

10. Aire. Cabals

		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Normalitzada</b>		<b>Vm</b>
SISTEMES BATCH	<b>A1</b>	1,00	0,33	0,25	0,25	<b>0,25</b>
SISTEMES CONTINUS	<b>A2</b>	<b>3,00</b>	1,00	0,75	0,75	<b>0,75</b>
Suma		4,00	1,33			1,00

11. Aire. Olors

		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Normalitzada</b>		<b>Vm</b>
SISTEMES BATCH	<b>A1</b>	1,00	0,33	0,25	0,25	<b>0,25</b>
SISTEMES CONTINUS	<b>A2</b>	<b>3,00</b>	1,00	0,75	0,75	<b>0,75</b>
Suma		4,00	1,33			1,00

13. Robustesa

		<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Normalitzada</b>		<b>Vm</b>
SISTEMES BATCH	<b>A1</b>	1,00	5,00	0,83	0,83	<b>0,83</b>
SISTEMES CONTINUS	<b>A2</b>	<b>0,20</b>	1,00	0,17	0,17	<b>0,17</b>
Suma		1,20	6,00			1,00

La matriu (A) de jerarquització d'alternatives que resulta és

$$A = \begin{bmatrix} 0,50 & 0,75 & 0,25 & 0,83 & 0,75 & 0,25 & 0,75 & 0,25 & 0,25 & 0,83 \\ 0,50 & 0,25 & 0,75 & 0,17 & 0,25 & 0,75 & 0,25 & 0,75 & 0,75 & 0,17 \end{bmatrix}$$

i el producte  $[A] \times [P] = [V]$  de valoració de les alternatives és

$$\begin{bmatrix} 0,50 & 0,75 & 0,25 & 0,83 & 0,75 & 0,25 & 0,75 & 0,25 & 0,25 & 0,83 \\ 0,50 & 0,25 & 0,75 & 0,17 & 0,25 & 0,75 & 0,25 & 0,75 & 0,75 & 0,17 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,02 \\ 0,09 \\ 0,03 \\ 0,03 \\ 0,10 \\ 0,11 \\ 0,18 \\ 0,05 \\ 0,22 \\ 0,16 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,552 \\ 0,448 \end{bmatrix}$$

## 8 RESULTATS

D'acord amb la jerarquitzaació dels criteris adoptada, la valoració de l'*Alternativa-1* –Sistemes Batch- resulta 0,552, mentre que la de l'*Alternativa-2* –Sistemes Continus- és 0,448.

Sant Just Desvern, octubre 2023

Joan Carles Moré Ramos

Enginyer Agronom



## ANNEXOS

**Annex-00. Sol·licitud d'Ofertes**

## SOLICITUD DE OFERTAS

Los parámetros básicos son:

- i) Distribución mensual de las necesidades de secado

	<b>Producción</b>	
	<b>t/mes</b>	
Enero	873	
Febrero	864	
Marzo	901	
Abril	767	*
Mayo	1.028	*
Junio	984	*
Julio	754	*
Agosto	571	*
Septiembre	664	*
Octubre	831	
Noviembre	881	
Diciembre	885	
<b>Total (t/año)</b>	<b>10.003</b>	

Los meses señalados con "\*" constituyen los meses más críticos, cuando el secado del lodo deshidratado –y su almacenamiento- se considera imprescindible.

- ii) La sequedad inicial del lodo deshidratado es 18%.
- iii) La sequedad objetivo para el lodo seco es 75%.
- iv) La instalación se sitúa en el término municipal de Manresa (Bages, Catalunya)

La solución propuesta debe ser lo más completa posible, en el sentido de resolver cada una de las etapas que componen el proceso. En particular:

**Recepción de los lodos deshidratados** –considerar que la instalación deberá tratar lodos de distintas procedencias-

*(Describir, si procede, tipo y capacidad de la tolva –o sistema- propuesta/o. Sistema de descarga. Potencia eléctrica necesaria)*

## **Introducción y Distribución de los lodos**

*(Describir tipo de proceso –continuo/discontinuo y maquinaria/equipos requeridos)*

## **Secado –propiamente dicho-**

*(Indicar explícitamente –si procede- los siguientes parámetros*

- $m^2 t^{-1}$  (superficie necesaria para el secado de 1 t de lodo deshidratado)
- kW (potencia eléctrica instalada)
- kWh  $t^{-1}$  (estima de la energía eléctrica invertida en el secado de 1 t de lodo deshidratado)
- $m^3 \text{aire } h^{-1}$  (caudal de aire proporcionado por los equipos de extracción)

## **Tratamiento del Aire**

Estima de la concentración de  $NH_3$  en la corriente de aire de salida

*(Indicar, si procede, tipo y dimensionamiento propuesto para una eventual etapa de tratamiento del aire de salida)*

## **Extracción de los lodos**

*(Describir tipo de proceso –continuo/discontinuo y maquinaria/equipos requeridos)*

## **Almacenamiento del lodo seco**

*(Describir, si procede, tipo y capacidad del sistema de almacenamiento propuesto. Sistema de descarga. Potencia eléctrica necesaria)*

**Annex-01. Tecnologia THERMO SYSTEM**



# OFERTA PLANTA SECADO SOLAR DE LODOS

**Promotor:** AIGÜES MANRESA

**Emplazamiento:** Manresa (Catalunya)

**Fecha:** Enero 2022

PRN-THS-Manresa-01



## INDICE DE LA MEMORIA

<b>1. ANTECEDENTES Y OBJETO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PRESENTACIÓN PROYECTOS NAVARRA .....</b>	<b>3</b>
2.1. INGENIERÍA.....	3
2.2. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES Y EFICIENCIA HÍDRICA.....	4
2.3. MEDIOAMBIENTE .....	4
2.4. EFICIENCIA ENERGÉTICA. ENERGÍAS RENOVABLES.....	5
2.5. I+D+I.....	5
2.6. DESARROLLO INTERNACIONAL .....	5
<b>3. PLANTA SECADO SOLAR SOLARBATCH .....</b>	<b>6</b>
3.1. DATOS TÉCNICOS .....	6
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA SECADO SOLAR.....	7
3.3. PLANO PLANTA SECADO SOLAR.....	1
3.4. OPERACIÓN PLANTA SECADO SOLAR .....	1
3.5. COSTES DE EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	5
3.6. PRESUPUESTO PLANTA SECADO SOLAR .....	6
3.7. REFERENCIAS PLANTAS SECADO SOLARBATCH .....	8

## 1. ANTECEDENTES Y OBJETO

**AIGÜES MANRESA** es una empresa pública, con vocación de servicio, que tiene como misión y visión el control íntegro del ciclo del agua de una forma eficiente y sostenible. En la actualidad gestiona aproximadamente unas 10.000 t/año de fango cuya gestión final es agricultura o compostaje. Las restricciones actuales para la aplicación agrícola de lodos han motivado una reflexión interna sobre la ampliación de la planta de compostaje o la instalación de una planta de secado solar que permitiera secar fango durante los meses cuando existe restricción en agricultura (abril a octubre).

**PROYECTOS NAVARRA** es una empresa familiar de ingeniería, con sede en Pamplona, y con más de 40 años trabajando para el sector agroalimentario (sector primario, transformados vegetales, cárnico, lácteo, bodegas, platos preparados, galletas, etc.) e industrial, tanto a nivel nacional como a nivel internacional. Entre sus experiencias cuenta con varios diseños y ejecuciones de secado solar, de la mano del líder mundial **THERMO-SYSTEM**, en España.

Recientemente, **PROYECTOS NAVARRA** ha sido la ingeniería encargada de realizar un estudio objetivo para el Gobierno de Navarra con el fin de seleccionar la mejor tecnología de secado solar de lodos a nivel mundial y así poder implantar alguna solución de este tipo en alguna de sus plantas depuradoras municipales, concretamente en la EDAR de Arazuri-Pamplona. El estudio, tras análisis de ofertas y visitas técnicas, ha sido claro y concluyente, siendo **THERMO-SYSTEM** la empresa y tecnología seleccionada. Este proyecto, para la construcción de una planta piloto de unos 1.200 m<sup>2</sup> se ha ejecutado y puesto en marcha en el mes de julio del presente año, obteniéndose resultados positivos y esperados según diseño. Esta planta ha sido visitada por personal de **AIGÜES MANRESA** con fecha de diciembre del año pasado.

Puestos en contacto **AIGÜES MANRESA** y **PROYECTOS NAVARRA**, el envío de los datos y bases de diseño, sirve el presente documento para presentar los detalles de la instalación de la planta de secado solar que se propone y ajusta a las necesidades de la empresa pública.

Con más de 200 plantas de secado solar y plantas de secado a baja temperatura realizadas para lodos de depuración, **THERMO-SYSTEM** es líder mundial en esta área. La gama abarca desde pequeñas plantas con unos pocos miles de h.e. (habitantes equivalentes) hasta plantas de grandes dimensiones con más de 2 millones de h.e. Por lo tanto, se dispone de una experiencia inigualable en este ámbito. Las plantas con tecnología THS se caracterizan por una tecnología robusta y eficiente, requieren poco mantenimiento y logran un rendimiento de secado máximo con unos costes de explotación mínimos. Gracias a su amplia gama de productos y soluciones, que abarca desde diferentes máquinas de volteo y cubiertas hasta diferentes tecnologías de entrada de calor o instalaciones completas de depuración del aire de salida, THS ofrece unas soluciones hechas a medida y óptimas en términos de funcionalidad y costes para prácticamente cualquier tipo de aplicación.

## 2. PRESENTACIÓN PROYECTOS NAVARRA

INGENIERÍA PROYECTOS NAVARRA ([www.proyectosnavarra.es](http://www.proyectosnavarra.es)), es una empresa de ingeniería con más de 40 años de experiencia en el sector agroalimentario (sector primario, transformados vegetales, cárnico, bodegas, etc.) e industrial que ha evolucionado conforme lo ha hecho el sector: sistemas de producción, normas de calidad, seguridad, medioambiente, eficiencia hídrica y energética y, atendiendo siempre a las normas específicas de cada sector. Todo ello le ha permitido generar diferentes líneas de negocio a lo largo de su historia, las cuales son brevemente expuestas a continuación:



### 2.1. INGENIERÍA



La ingeniería sigue siendo, hoy en día, el pilar básico de nuestra actividad. La experiencia acumulada en el sector alimentario ha permitido a la empresa acometer una derivación importante de trabajo tanto al sector ambiental como a otros sectores industriales en los que hemos desarrollado importantes proyectos. Con el objeto de ofrecer a nuestros clientes el mejor servicio y la máxima eficacia en el desarrollo de los proyectos disponemos de varias líneas de trabajo:

- Gestión Integral de Proyectos: Coordinación global del proyecto de principio a fin. Definición de los objetivos del proyecto con nuestros clientes, básico para la optimización de todos los

trabajos y participantes en la ejecución de un proyecto. Proyectos de obra civil, Proyectos urbanísticos, Proyectos de instalaciones industriales, Proyectos de maquinaria y proceso, entre las actividades principales.

- Asesoría Técnica y Consultoría: Acompañamiento a nuestro cliente en todo el proceso de maduración y vida de su proyecto. Anteproyectos y memorias valoradas, Gestión de ayudas, Obtención de Licencias y autorizaciones, Project Management, Seguridad y Salud, etc.
- Ingeniería de Procesos. Análisis de procesos y flujos para propuesta de soluciones encaminadas a mejorar productividad, simplificación de construcción, eficiencia, etc.
- Proyectos "llave en mano". Se ofrece a sus clientes el desarrollo de Proyectos Llave en Mano, con la finalidad de presentación de soluciones integrales y en pleno funcionamiento
- Internacionalización. Acompañamiento a nuestros clientes en sus diferentes fases y procesos de implantación a nivel internacional

## 2.2. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES Y EFICIENCIA HÍDRICA

PROYECTOS NAVARRA, aprovechando su gran experiencia en el sector agroalimentario ha desarrollado para sus clientes una línea específica de plantas de tratamiento de aguas residuales la cual parte de fases preliminares de caracterización, diseño de las mejores soluciones adaptadas a cada cliente, ejecuciones completas de las plantas, puesta en marcha de la misma y mantenimiento de las instalaciones.

Recientemente hemos desarrollado igualmente una nueva línea de Eficiencia Hídrica encaminada a ofrecer servicios de optimización del consumo de agua, cuestión que se está convirtiendo en clave en muchas industrias del sector alimentario.

## 2.3. MEDIOAMBIENTE

Cualquier tipo de actividad industrial lleva asociadas posibles afecciones medioambientales (vertidos, emisiones, residuos, etc.) sobre los cuales PROYECTOS NAVARRA propone soluciones o modelos de gestión adecuados a cada sistema.

Servicios de consultoría e incluso soluciones llave en mano para cada una de estas afecciones han sido ya realizadas por nuestra empresa.

## 2.4. EFICIENCIA ENERGÉTICA. ENERGÍAS RENOVABLES

La experiencia de ingeniería en desarrollo de proyectos de energías renovables (plantas biomasa eléctrica, termosolar, biodiesel, etc.), se amplía al campo de la eficiencia energética para el desarrollo de proyectos de cogeneración a gas y biomasa térmica.

## 2.5. I+D+I

Una nueva línea de negocio incorporada recientemente a la empresa, donde apoyada por empresas líderes en el sector, somos capaces de identificar, optimizar y calificar actividades innovadoras empresariales mediante su agrupación en proyectos individualizados de I+D+i, participando activamente en el diseño de consorcios público-privados que pueden dar soporte a su ejecución.

PROYECTOS NAVARRA desarrolla su actividad en este ámbito de apoyo a la empresa, involucrándose directamente en el diseño y puesta en marcha de Planes de Actuación Tecnológico que permitan a las empresas optimizar las ayudas públicas (regionales, nacionales y europeas) que minimicen el riesgo técnico intrínseco a todo proyecto de I+D+i.

## 2.6. DESARROLLO INTERNACIONAL

Desde sus orígenes, PROYECTOS NAVARRA ha sido una empresa que ha mirado siempre al exterior habiendo realizado durante todo este tiempo trabajos de consultoría y proyectos en países como México, Venezuela, Perú, Uruguay, Brasil, Angola, Senegal, Argelia, Alemania, Rusia, Serbia, Chequia, China y Colombia, entre otros.





### 3. PLANTA SECADO SOLAR SOLARBATCH

#### 3.1. DATOS TÉCNICOS

Specifications		
Initial sludge amount	approx.	8.493 t/year
Initial DS content	approx.	18 %
Final sludge amount	approx.	2.456 t/year
Final DS content	approx.	50-75 %
Sludge mass reduction	approx.	6.037 t/year
Area requirement (total)	approx.	4.761 m <sup>2</sup>
Number of drying chambers		3 pc.
Drying area (total)	approx.	4.761 m <sup>2</sup>
Length of drying chambers	approx.	124,0 m
Width of drying chambers	approx.	12,8 m
Height inside drying chamber	approx.	3,5 m
Width access gate	approx.	4,0 m
Building		
Steel construction		hot dipped galvanized
Covering material roof		Safety glass (4 mm)
Covering material sidewalls/gable		Safety glass (4 mm)
Max. snow load		0,58 kN/m <sup>2</sup>
Machinery		
Exhaust air fans		27 pc.
Recirculation fans		54 pc.
MovVent aeration systems		18 pc.
Sludge turning device "Electric Mole"		3 pc.
Process control		
Central supply switchboard		1 pc.
Chamber control switchboard		3 pc.
PLC Control		1 pc.
Touch screen		1 pc.
ClimaControl - software		1 pc.
Climatic sensors		1 set
Safety control system		included
Remote access ability		included
Options		
Biofilter		optional



### 3.2. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA SECADO SOLAR

#### 3.2.1. OBRA CIVIL

##### Obra civil:

- No incluido -

La planta se instala sobre un suelo plano de hormigón o asfalto que pueda ser transitado por una pala mecánica. Esta placa de base debe realizarse sin juntas abiertas. Si no puede realizarse de otra manera, la junta no debe presentar en ningún momento (tampoco durante el día más frío) un valor  $>5$  mm. Las irregularidades  $>5$  mm/1 m de longitud del suelo o unas diferencias de altura espontáneas  $>5$  mm no son admisibles. Como borde habitualmente se utiliza un muro de hormigón armado de 1 m de altura y con un grosor mínimo de 25-30 cm. Sobre su coronación se colocan los pilares de la estructura de acero y se fijan por medio de tacos.

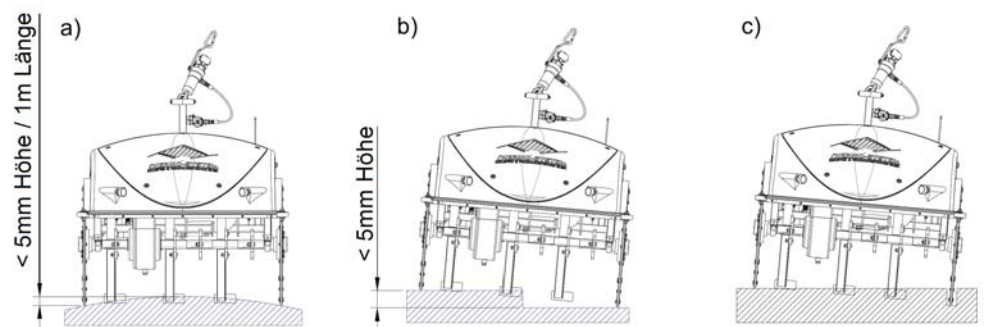
El conjunto de movimiento de tierras para adecuación previa del terreno, aporte de material, cimentaciones, zanjas y saneamientos está previsto para la superficie total a ocupar por la planta. Los hormigones consistirán básicamente en las cimentaciones de los muros, los muros propiamente dichos, así como la solera interior de la planta. Queda prevista una parida de saneamiento para retira de pluviales y arquetas. Una caseta de control y una superficie urbanizada en la entrada de la planta está prevista para la mejor operación de la misma.



Muro con estructura de acero superpuesta



Suelo pavimentado de hormigón o asfalto, transitable con pala cargadora (ejemplos)



Requisitos geométricos que debe cumplir la solera.

- Las irregularidades deben ser  $< 5 \text{ mm} / 1 \text{ m}$  de longitud
- Las subidas de nivel/diferencias de altura espontáneas deben ser  $< 5 \text{ mm}$
- Las juntas del suelo no deben superar los 5 mm (tampoco durante los días más fríos)

### 3.2.2. INVERNADERO

**Estructura del invernadero:** La planta se construye a partir de una estructura de acero galvanizado en caliente de alta calidad, que se coloca sobre los muros o cimientos. Se crea en forma de una estructura de cerchas de perfil fabricadas a partir de perfiles de acero, o como estructura de vigas de celosía. La rigidización de la estructura se realiza mediante riostras, tirantes y conectores longitudinales. Además, dependiendo del diseño, la estructura de acero comprende todos los soportes y marcos requeridos para los ventiladores, los soportes y marcos para los orificios de ventilación, las subestructuras para las puertas, los soportes para las bandejas de cables, así como los soportes para los sensores y el sistema de conducción de corriente de la máquina de volteo.

- Incluido -

El cálculo estático sigue la norma EN 13 031. La planta de secado está construida de acuerdo con la norma DIN EN ISO 12944 en la categoría de corrosividad C3/C4.

Las piezas en contacto con el lodo, como el dispositivo de giro, se fabrican considerando la categoría C5-I. Para la prevención de la corrosión se aplican las normas de la DIN EN ISO 1461 (espesor de la capa de protección contra la corrosión).

La división de superficie, las dimensiones y el número de las naves de secado individuales, así como la altura de paso libre, en los que se basa la presente oferta, pueden consultarse más arriba en el resumen de la oferta técnica. Sin embargo, a petición o para una mejor adaptación a las condiciones locales, es posible adaptar la división de las superficies en un amplio margen.



Estructuras de acero a título de ejemplo (izquierda: arco semicircular, centro: cubierta Venlo, derecha: cubierta a dos aguas)

**Cubierta de vidrio aislante:**

- incluida -

La nave de secado está equipada con una cubierta altamente transparente, especialmente duradera, que consta de un acristalamiento termoaislante simple (4 mm). En comparación con las cubiertas plásticas que pueden utilizarse como alternativa, el vidrio posee una transparencia más alta y constante a largo plazo. Además, la tendencia a una carga electrostática y, por lo tanto, al ensuciamiento por polvo, es inferior. Por consiguiente, la transparencia a la luz solar y, por lo tanto, el rendimiento de secado, es mayor con la misma superficie de base.

Opcionalmente también pueden utilizarse otros materiales de cubierta termoaislantes, tales como placas alveolares de policarbonato o láminas de varias capas, pero con rendimiento menor.





Planta de secado con cubierta de vidrio aislante

**Puerta seccional:***- Incluido -*

El acceso a la planta de secado está planteado a través de una puerta seccional. A modo de protección contra choques para la máquina de volteo, en la zona de la abertura del muro se instala un tabique de aluminio (véase abajo). Opcionalmente la puerta puede equiparse con una puerta peatonal. Además, opcionalmente también pueden instalarse unas puertas de emergencia dispuestas lateralmente.



Plantas con puertas seccionales

**Protección móvil contra choques (tabique):***- Incluido -*

Para delimitar la superficie de secado y para proteger las puertas contra una colisión de la máquina de volteo se instalan unos tabiques de aluminio, que pueden desmontarse fácilmente para acceder a la nave. Esto es necesario para un funcionamiento seguro de la máquina de volteo.



Tabique de aluminio en la zona de la abertura del muro/acceso a la nave

**Rejillas de ventilación permanentes:** de La nave de secado está equipada con unas rejillas de ventilación permanentes. Estos van dotados de unas láminas de protección contra la intemperie para evitar la entrada de lluvia.

- Incluido -



Rejillas de entrada de aire con láminas de protección contra la intemperie

**Ventiladores de extracción:** de En el frontón del lado de salida de aire están instalados varios ventiladores de extracción, de velocidad variable. Estos aspiran el aire húmedo caliente de la nave de secado y lo evacúan al exterior. Gracias a la presión negativa generada en la nave de secado, se aspira continuamente aire exterior a través de los rejillas de entrada de aire. De esta manera queda excluido un escape incontrolado del aire de secado por los orificios o faltas de estanqueidad de la envolvente del edificio.

- Incluido -

Dependiendo de la calidad del lodo y de las condiciones del emplazamiento, adicionalmente puede integrarse un sistema **ForcedDiversión** para una mejor mezcla del aire de salida y del aire ambiente, o una instalación de tratamiento del aire de salida (véase el apartado "Otras opciones" más abajo).



Ventiladores de extracción (ejemplos)

**Sistema de recirculación de aire Movivent:** Para garantizar una uniformidad óptima del secado y con el fin de lograr al mismo tiempo un desprendimiento óptimo de la capa límite húmeda de la superficie del lodo mediante una velocidad y dirección de flujo que cambian cíclicamente, se instalan unos ventiladores de recirculación instalados sobre la parte superior del invernadero.

- Incluido -

Generalmente, en la planta completa solamente se utilizan unos ventiladores axiales de velocidad variable, altamente eficientes y silenciosos, con unos rodets de forma especial. Los motores, las carcasas, los rodamientos y las conexiones están especialmente cerrados para protegerlos contra la humedad y la corrosión, con el fin de garantizar un funcionamiento sin fallos a largo plazo en una atmósfera corrosiva.



Ventiladores recirculación

### 3.2.3. MÁQUINA DE VOLTEO

**Topo Eléctrico:** El **Topo Eléctrico** es la pieza central de la planta de secado. Este robot de volteo totalmente automático, fabricado completamente en acero inoxidable, se utiliza para mezclar, nivelar y airear el lodo. Esto garantiza un rendimiento de secado óptimo con una mínima necesidad de energía. La activación se realiza a través del sistema de control central de la planta de secado en función de las condiciones meteorológicas, la disponibilidad de calor y la humedad del material.

- Incluido -

El **Topo Eléctrico** se orienta por medio de unos sensores ultrasónicos en la nave de secado y se mueve de forma completamente autónoma. Las herramientas de mezcla, potentes y de poco desgaste, se encargan de tratar y airear óptimamente el lodo. Dependiendo del contenido de materia seca y del



tipo de lodo pueden adaptarse el tipo y el número de herramientas de mezcla. Debido a su robusta construcción con materiales de alta calidad y resistentes a la corrosión, quedan garantizados una larga vida útil y unos reducidos costes de mantenimiento. Gracias a la mezcla y aireación siempre óptimas del material que debe secarse, se maximiza la velocidad de secado, se minimiza el desarrollo de olores provenientes de procesos de degradación anaeróbica y se reduce a un mínimo la demanda de energía eléctrica.

Debido a la concepción Plug & Play y a su construcción compacta, el **Topo Eléctrico** puede extraerse en todo momento de la nave con unas pocas manipulaciones para fines de mantenimiento. El mantenimiento y las reparaciones pueden realizarse en el taller después de limpiar las máquinas. Un trabajo en la nave de secado en caso de calor, frío o suciedad no es necesario. Además, gracias a la sencilla intercambiabilidad de las máquinas, puede garantizarse una total redundancia y una disponibilidad de la planta cercana al 100 %.

Adicionalmente, las exigencias de la máquina de volteo en cuanto a la planitud o a las características de la superficie del suelo, así como a las medidas de tolerancia y la calidad de los muros, son extraordinariamente bajas. Además, la superficie de base techada puede utilizarse en un 100 % para el secado. En comparación con otros procedimientos, esto permite ahorrar en torno al 10 % de superficie construida y, por lo tanto, ahorrar unos costes considerables.

Con más de 400 máquinas en uso a escala mundial, el **Topo Eléctrico** ha demostrado su eficacia en las condiciones de empleo más diversas. Actualmente se trata, con diferencia, de la tecnología de volteo más utilizada en plantas de secado solar. Esto es válido para plantas de secado tanto pequeñas como muy grandes. Las plantas de secado más grandes del mundo confían en el **Topo Eléctrico**.



El **Topo Eléctrico** en acción

### 3.2.4. CONTROL

**Sistema de control:** El control de la planta completa, así como el suministro eléctrico de todos los consumidores eléctricos se realiza a través de un control central con los correspondientes armarios de distribución. Normalmente, los armarios de distribución se colocan en un espacio puesto a disposición por parte del cliente en la proximidad de la planta de secado. Puede tratarse de un contenedor aislado térmicamente y climatizado, de un garaje prefabricado adecuadamente equipado o de un edificio permanente.

- Incluido -

Para regular la planta se registran numerosos datos de medición, tales como la temperatura del aire, la humedad relativa del aire, la radiación solar y, dado el caso, el viento y la lluvia, y se analizan y procesan con ayuda de un algoritmo de regulación especial. El software de control **ClimaControl** se encarga de la monitorización y del control óptimos y totalmente automáticos de todas las unidades de la planta. Cada cámara de secado se regula individualmente en función de las condiciones meteorológicas y del contenido de materia seca del material que debe secarse dentro de la cámara.

Como interfaz de usuario se utiliza una pantalla táctil para visualizar los datos de funcionamiento y para manejar la planta. Además, con un PC puede accederse a través de un módem en todo momento remotamente al control. La condición previa es la puesta a disposición de una conexión de datos adecuada por parte del cliente. También puede realizarse la conexión a un sistema de control de procesos existente (servicio opcional).

Los esquemas eléctricos se crean con el programa EPLAN. Otros formatos están opcionalmente disponibles por un importe adicional.



Interfaz de usuario del control **ClimaControl** (ejemplo: vista de una y varias naves)



El diseño de los armarios de distribución se realiza de acuerdo con la norma industrial de Thermo-System. Los consumidores eléctricos en la cámara de secado, tales como ventiladores de extracción, ventiladores de recirculación de aire, intercambiadores de calor, etc., se activan por grupo de tipo de consumidor. Esto significa que cada cámara dispone de un convertidor de frecuencia propio (si está previsto) y de una protección por fusible por grupo de unidades. Todos los ventiladores están protegidos por un contacto térmico, que también se evalúa por grupo.

**Instalación eléctrica:**

- Incluido -

La conexión a tierra se considera como conexión a tierra del sistema de los consumidores eléctricos a través de un conductor de puesta a tierra incluido en el cable de alimentación (p. ej., 4G 1,5 mm<sup>2</sup>). Unas conexiones a tierra adicionales como, por ejemplo, una conexión equipotencial, no están incluidas.

Todos los cables son altamente flexibles y están estabilizados contra los rayos UV, de modo que no es necesario cubrir adicionalmente las bandejas. Unas armaduras o unos apantallamientos adicionales de los cables no están previstos.

La conducción de cables principal se realiza en unas bandejas de cables galvanizadas abiertas. Una conducción de cables adicional hacia los consumidores eléctricos individuales se realiza mediante unos conductos de cables de plástico estabilizados contra los rayos UV. Todas las cajas de conexiones y todos los prensaestopas de cable también están fabricados con plásticos estabilizados contra los rayos UV.

**Sensores:**

- Incluido -

Para la regulación del proceso de secado en función del clima, la planta está equipada con unos sensores de temperatura y humedad (exteriores e interiores), así como con un sensor de radiación solar (exterior).

Además, opcionalmente también pueden disponerse unos sensores de velocidad del viento, de dirección del viento y de lluvia.

**Seguridad:**

- Incluido -

Para evitar accidentes, la planta está equipada con un sistema de vigilancia de seguridad de acuerdo con las disposiciones pertinentes. El equipamiento de seguridad comprende:

- Control de acceso con apagado automático del dispositivo de volteo al acceder a la planta, mediante sensores de seguridad sin contacto instalados en las puertas de acceso.
- Rearranque de la planta solo al cerrar todos los accesos y confirmar desde fuera de la planta.
- Pulsador de servicio para manejar sin peligro el dispositivo de volteo estando desactivado el dispositivo de seguridad (para fines de mantenimiento).

### 3.2.5. OTRAS OPCIONES

#### ThermoClean

#### Biofiltro:

- No incluido -
- Opcional -

Para el secado de lodos que no están lo suficientemente estabilizados, así como para emplazamientos de planta sensibles, ofrecemos un biofiltro adaptado a las exigencias del secado solar. El biofiltro **ThermoClean** consta de una depuración previa con tratamiento posterior del aire de salida en un biofiltro. Las sustancias olorosas contenidas en el aire son separadas y degradadas por microorganismos. La placa de base y las paredes laterales del biofiltro normalmente son de hormigón armado (por parte del cliente). Alternativamente el borde también puede fabricarse con una pared de segmentos de acero y plástico.

Del control totalmente automático se encarga un componente especial de la planta en el sistema de control. En la mayoría de los casos, para el funcionamiento puede utilizarse agua de proceso de la planta depuradora sin otras sustancias químicas.



**Bunker de recepción**

- No Incluido -

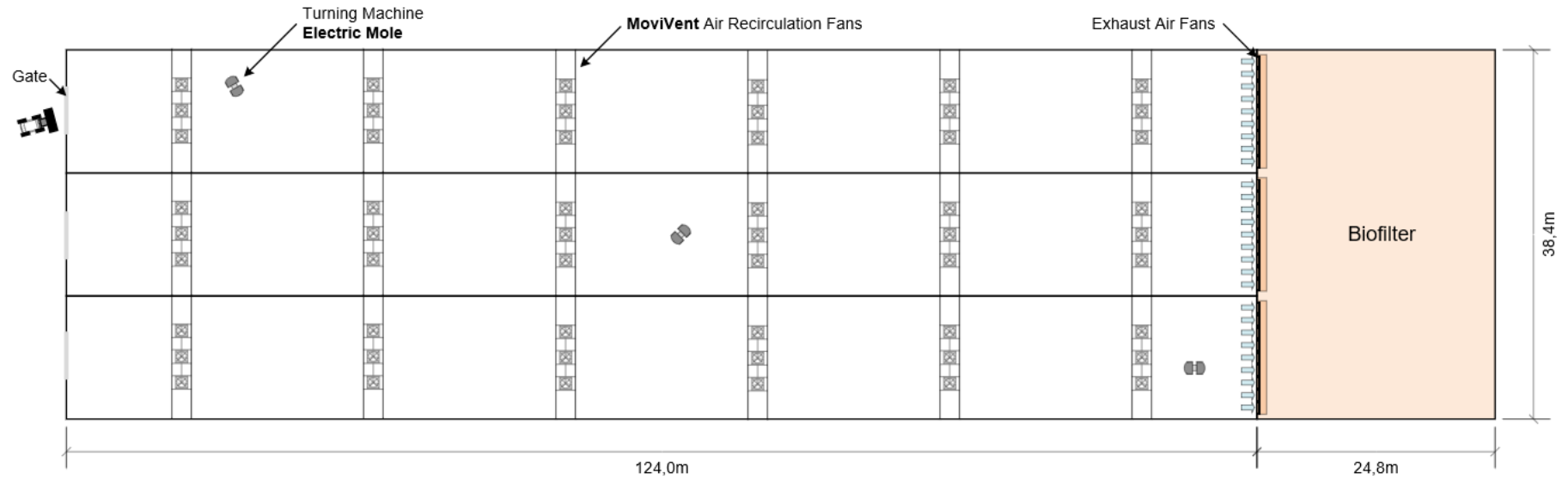
Podría habilitarse la recepción del lodo en los invernaderos a través de un bunker o muelle de recepción, en función de la topografía de la superficie a implantar la planta o inclusive la operación normal del lodo, para a través del cual posteriormente realizar el llenado de las cámaras a través de pala cargadora.



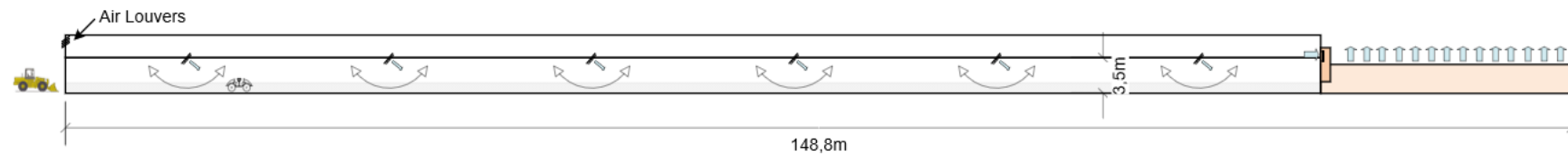
Descarga de lodo en bunker

### 3.3. PLANO PLANTA SECADO SOLAR

Top View



Side View



Functional Sketch – Not drawn to scale!

© Thermo-System 2022 – all rights reserved

### 3.4. OPERACIÓN PLANTA SECADO SOLAR

#### 3.4.1. FORMA DE USO PLANTA SECADO SOLAR

##### Llenado

##### (SolarBatch)

Para el llenado de la planta están previstos una pala cargadora (no incluida en el suministro), un remolque de empuje o un equipo de carga similar. Al introducir el lodo previamente deshidratado en la nave de secado, el material se reparte de forma dispersa en montones con una altura aprox. 30-40 cm. sobre la superficie de secado. La distribución fina y la mezcla en la nave de secado se realizan de forma automática por medio de una unidad de volteo denominada **Topo Eléctrico**. Después de igualar/nivelar los montones provenientes del proceso de llenado, no debe sobrepasarse una altura de lodo de 20-25 cm. Ver vídeo de sistema de llenado como ejemplo. [https://www.youtube.com/watch?v=Y8N\\_uq7aEbE&t=1s](https://www.youtube.com/watch?v=Y8N_uq7aEbE&t=1s)).

##### Secado

##### (SolarBatch)

El lodo introducido en la planta de secado se airea intensamente en la misma. De esta forma se minimiza el desarrollo de olores y se mejora la calidad del lodo. Durante el proceso, un control lógico programable (PLC) regula y monitoriza de forma totalmente automática los caudales del aire de salida y del aire de recirculación, así como la frecuencia de volteo. El software utilizado para este proceso se ha desarrollado en colaboración con la Universidad de Hohenheim y se ha optimizado a lo largo de muchos años. Gracias a la pantalla táctil con interfaz gráfica de usuario y conexión a internet opcional con monitorización remota, el manejo y la monitorización de la planta resultan extraordinariamente sencillos

##### Vaciado

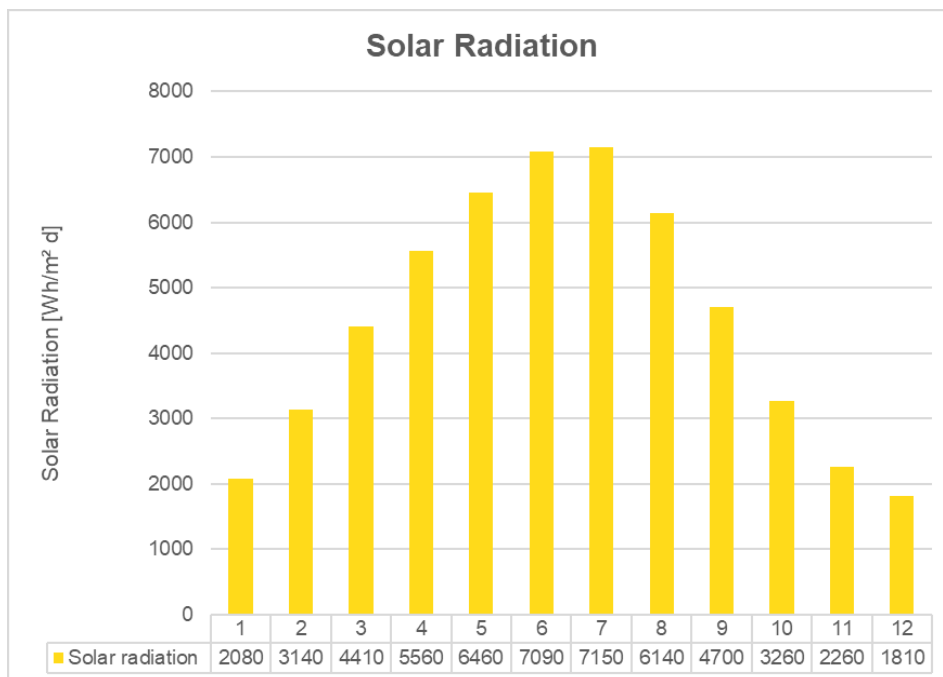
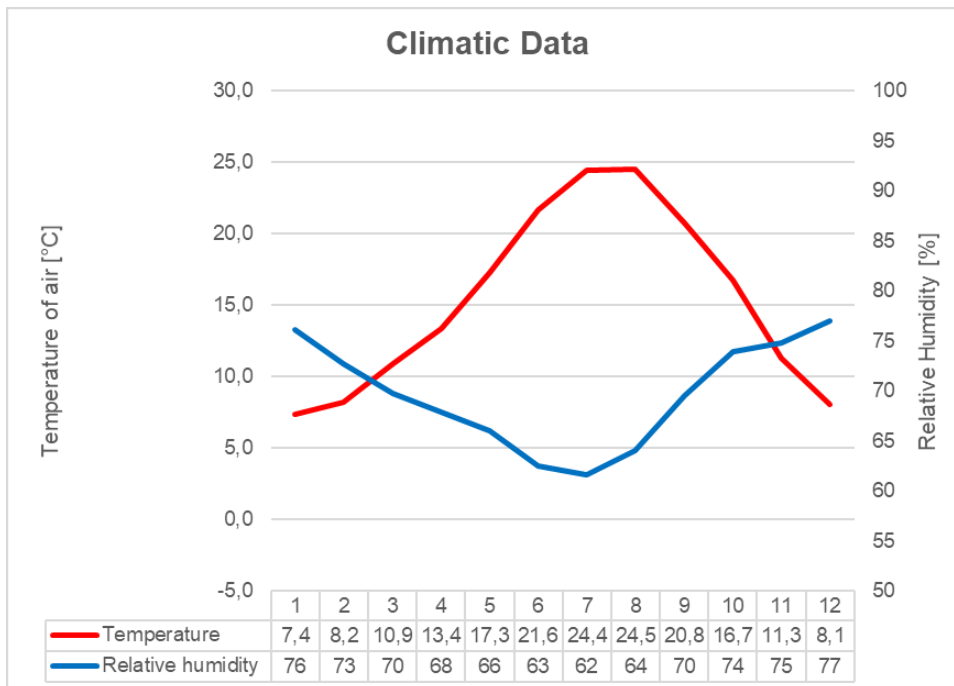
##### (SolarBatch)

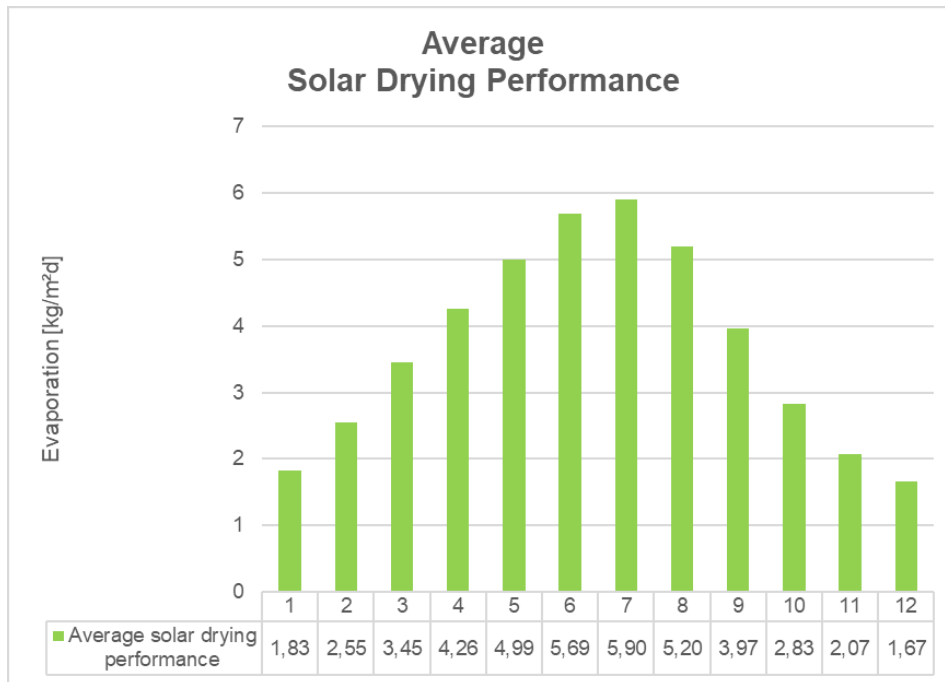
En cuanto el lodo seco haya alcanzado el contenido de materia seca deseado, puede cargarse mediante una pala cargadora directamente en un camión abierto, a un contenedor o mediante una estación de carga en un silo.

Durante el llenado y la evacuación, el aire es automáticamente aspirado por los ventiladores de extracción instalados. Gracias al muy elevado coeficiente de circulación de aire presente se minimizan los efectos perjudiciales del polvo o de olores para el personal de la explotación. Adicionalmente, recomendamos equipar la pala cargadora con una cabina con filtro de aire y, dado el caso, con un sistema de aire acondicionado



### 3.4.2. BASES DE DISEÑO. DATOS CLIMÁTICOS







### 3.4.3. RENDIMIENTO DE LA PLANTA



La planta de secado solar está diseñada para secar la totalidad de los lodos producidos hasta un contenido de MS del 75 % entre abril y septiembre.

Recomendamos que la planta también funcione durante los meses de invierno. Por ejemplo, sería posible secar el lodo hasta el 50 % del contenido final de MS. En este caso, una parte del lodo (aproximadamente el 64%) podría secarse entre octubre y febrero. En total se podrían tratar en este caso algo menos de 8.500 t/año. Si el contenido final de DS se reduce aún más, aumentará el rendimiento de la planta, suponiendo de este modo ahorro de costes en el transporte del lodo a agricultura..



### 3.5. COSTES DE EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Control, inspección diaria .....0,5 h/día
- Entrada de lodo..... 3 h/ciclo
- Descarga de lodo.....1,5 h/ciclo
- Total de ciclos de secado aprox. .... 39 ud/año/invernadero
- Total horas de trabajo.....300 h/año
- Potencia instalada ..... 120 kw
- Coste energético .....
  - Aprox. 129.000 -160.000 kwh/año
  - 20-25 kwh/tH<sub>2</sub>O evaporada
- Coste mantenimiento .....
  - Aprox. 3.900 €/año

### 3.6. PRESUPUESTO PLANTA SECADO SOLAR

De acuerdo a todo lo expresado en el presente documento, se adjunta una tabla resumen del presupuesto general de esta Planta de Secado Solar.

CAPÍTULO		PLAZO	8.500 t/año 75% ms
<b>OBRA CIVIL - - - - - NO Incluido/Opcional</b>			
OC	ESTUDIO GEOTÉCNICO Y TOPOGRAFÍA	2 - 3 meses	- - -
	DEMOLICIONES		
	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
	HORMIGONES Y CIMENTACIONES		
	URBANIZACIÓN		
	SEGURIDAD Y SALUD		
<b>PLANTA SECADO SOLAR</b>			
SB	PLANTA SECADO SOLAR TIPO SOLARBATCH	4 - 5 meses	<b>1.795.045,47 €</b>
	TOPO ELÉCTRICO		
	INSTALACIÓN ELÉCTRICA		
	TRANSPORTE, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA		
I	ESTRUCTURA ACERO GALVANIZADO		
	CERRAMIENTOS Y CUBIERTA EN VIDRIO		
	CARPINTERÍA		
	TRANSPORTE, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA		
<b>BIOFILTRO - - - - - NO Incluido/Opcional</b>			
BF	BIOFILTRO		500.000,00 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>			<b>1.795.045,47 €</b>

#### INCLUIDO

- Ingeniería
  - Obra Civil: Cimentación y muros. Invernadero. Cálculos, planos y mediciones
  - Instalaciones: Eléctrica y Mecánica. Cálculos, planos, esquemas y mediciones
- Supervisión y Dirección de Obra
  - Obra Civil: Visita obra y coordinación empresas locales. Asistencia permanente durante la duración de la obra
  - Instalaciones: Visita obra y coordinación empresas locales. Asistencia permanente durante la duración del montaje e instalación
- Puesta en marcha
  - Técnico especialista durante la puesta en marcha de la instalación
  - Manual de operación y mantenimiento, así como curso formación operadores

### NO INCLUIDO

- IVA ni tasas
- Cualquier otra partida no descrita estrictamente en el presente documento

### CONDICIONES

- DAP Manresa (Incoterms 2010). Descarga por parte del cliente
- ORGALIME S/14 (condiciones generales de suministro mecánico y eléctrico) y los INCOTERMS 2020

### FORMA DE PAGO

- 30% a la vista y a la firma del contrato, contra aval bancario
- 60% a la entrega de materiales, fraccionados en función de envío, mediante pagaré a 60 d.f.f.
- 10% a la puesta en marcha, mediante pagaré a 60 d.f.f. y máximo a 12 semanas de la disponibilidad del último envío

### PLAZO DE ENTREGA

- 12 meses

### GARANTÍA


- 12 meses

### VALIDEZ DE LA OFERTA

- 8 semanas

### 3.7. REFERENCIAS PLANTAS SECADO SOLAR BATCH


#### Reference 1

Type:	<del>SolarBatch</del>	
Location:	Marrakesh/Morocco	
Year of construction:	2017/2018	
Drying lines:	28	
Drying area:	approx. 40 000 m <sup>2</sup>	
Sludge amount:	approx. 75 000 t/a	


#### Reference 2

Type:	<del>SolarBatch</del>	
Location:	Palma de Mallorca/Spain	
Year of construction:	2008	
Drying lines:	12	
Drying area:	approx. 20 000 m <sup>2</sup>	
Sludge amount:	approx. 30 000 t/a	


#### Reference 3

Type:	<del>SolarBatch</del>	
Location:	Bettembourg/Luxembourg	
Year of construction:	2009	
Drying lines:	8	
Drying area:	approx. 6 000 m <sup>2</sup>	
Sludge amount:	approx. 6 600 t/a	


#### Reference 4

Type:	<del>SolarBatch</del>	
Location:	Merced/USA	
Year of construction:	2012	
Drying lines:	7	
Drying area:	approx. 7 100 m <sup>2</sup>	
Sludge amount:	approx. 11 000 t/a	

#### Reference 5

Type:	<del>SolarBatch</del>	
Location:	Nantes/France	
Year of construction:	2010	
Drying lines:	5	
Drying area:	approx. 7 000 m <sup>2</sup>	
Sludge amount:	approx. 9 000 t/a	

#### Reference 6

Type:	<del>SolarBatch</del>	
Location:	Gaotang/China	
Year of construction:	2012	
Drying lines:	5	
Drying area:	approx. 6 600 m <sup>2</sup>	
Sludge amount:	approx. 12 000 t/a	

En Pamplona, a 28 de enero de 2022

D. Ignacio Aramendía Remírez de Ganuza

**Annex-02. Tecnologia ZIZMANN**



**I+M GmbH & Co.KG -  
Innovation und Management  
Roschbachstr. 2  
D-72336 Balingen-Zillhausen**

I+M GmbH & Co.KG - Innovation und Management, Roschbachstr. 2, D-72336 Balingen

An  
AIGÜES de MANRESA SA  
Plaça del Salt, 1  
08241 Manresa (BCN)  
ESPANA

Kontakt:  
Tel.: +49 (0)7435-9283500  
Fax: +49 (0)7435-9283509  
E-Mail: zizmann@im-gbr.de

*Datum* 18.09.2023

*Angebot-Nr.* 00702

*Kd-Nummer* 00365

*Auftr.-Nummer* 100533

## Angebot

VAT: A08294282


### **Cost evaluation Sewage Sludge Drying Plant i+M Zizmann Aigues Manresa Solar KV Klärschlamm-trocknungsanlage i+M-Zizmann Aigues Manresa Solar**

1. Required total area incl. feeding and output:  
Notwendige Gesamtfläche inkl. Eintrag und Austrag:  
~4.700 m<sup>2</sup>
2. Drying area:  
Trocknungsfläche:  
5 x 8,5m x 94m = ca. 4.000m<sup>2</sup>
3. Energy input, performance  
Energieeintrag, Leistung:  
100% solar (future adjustment for hybrid under discussion)
4. Dewatered substance amount: 10.000 ton/year  
KS entwässert : 10.000t/a
5. Dry solid content sludge input: opt. >20%DS; min. 18%  
Trockensubstanzgehalt im Eintrag: opt. >20%TS; min. 18%
6. Organic dry substance amount (100%ODS): Ø2.000 ton/year  
Organischer Substanzgehalt (100%OTS): Ø2.000 t/a
7. Dry solid content at the output ~75%DS  
(option hybrid up to 90%)  
Trockensubstanzgehalt im Austrag ~75%TS  
(Option hybrid bis 90%)
8. Dry substance amount (75% DS): ca. 2.667 ton/year  
Trockensubstanzgehalt (75% TS): ca. 2.667 t/a
9. Water evaporation solar: ca. 7.333 ton/year; 1,8ton/year/m<sup>2</sup>  
Wasserverdunstungsmenge: ca. 7.333 to/a; 1,8t/a/m<sup>2</sup>

Pos-Nr	Bezeichnung	Menge	Einheit	E-Preis	G-Preis
--------	-------------	-------	---------	---------	---------

## Gewerk: 01 Planung/Planning

### Titel: 01.01 Ausführungsplanung/Exec.Layout

01.01.1	Arbeitspläne, Baupläne <b>Construction execution layouts</b>	1,000	Stk	6.986,00	6.986,00
01.01.2	Detailpläne Beton Schnittst. Anlagenbau <b>Details concrete-turning system</b>	1,000	Stk	5.465,60	5.465,60
01.01.3	Detailpläne Gewächshaus Rohbau, Technik <b>Details greenhouse-turning system</b>				
					
		1,000	Stk	8.136,80	8.136,80
01.01.4	Supervisor i+M Tagessatz <b>Supervisor i+M daily rate</b>				
		15,000	Tage	1.304,03	19.560,45
01.01.5	Technischer Übersetzer i+M Tagessatz <b>Technical translator i+M daily rate</b>				
		5,000	Tage	1.103,41	5.517,05
<b>Titelsumme: 01.01</b>					<b>45.665,90</b>
<b>Gewerksumme: 01</b>					<b>45.665,90</b>

## Gewerk: 02 Beton, Stahlbeton / Concrete, RCC

Finale Mengen nach technischer Klärung  
und Standortbedingungen  
**Final quantities after tech.  
clarification and site conditions**

### Titel: 02.01 Eintragsseite/Feeding Side

Verkehrsfläche / Traffic zone

02.01.1	Baustelleneinrichtung <b>Site installations</b>	1,000	PSCH	8.101,91	Bedarf
02.01.2	Randabschalung, Höhe 20cm <b>Stopend panel, hight 20cm</b>	100,000	m	6,81	Bedarf
02.01.3	Fundamenterder, 30/3,5 mm <b>Foundation earthing 30/3,5mm</b>	1,000	pau	1.890,56	Bedarf

Übertrag: € 45.665,90



Übertrag: € 45.665,90

Pos-Nr	Bezeichnung	Menge	Einheit	E-Preis	G-Preis
02.01.4	Erdungsfestpunkte <b>Earthing fixed-points</b>	6,000	Stck	14,81	Bedarf
02.01.5	Bodenplatte Stb C25/30 XC2 XA1 <b>Floor slab Stb C25/30 XC2 XA1</b>	200,000	m2	19,95	Bedarf
02.01.6	Fugenbleche <b>Joint sealing metals</b>	1,000	m	16,28	Bedarf
02.01.7	Baustahlmatten BST 500 M <b>Reinforcement steel mesh BST 500 M</b>	5,700	t	1.380,40	Bedarf
02.01.8	Baustahlstab BST 500 S <b>Structural steel bars BST 500 S</b>	2,000	t	1.380,40	Bedarf
02.01.9	Wände aus Stahlbeton C25/30 XC2 <b>Walls of armoured concrete C25/30 XC2</b>	40,000	m2	83,65	Bedarf
02.01.10	Stahlwinkel 50/50/5 <b>T-square 50/50/5</b>	20,000	m	27,70	Bedarf
<b>Titelsumme: 02.01</b>					<b>Bedarf</b>
<b>Gewerksumme: 02</b>					<b>Bedarf</b>

### Gewerk: 03 Beton, Stb / Concrete

#### Titel: 03.01 Austragsseite / Output

Verkehrsfläche / Traffic zone

03.01.1	Randabschalung, H=20cm <b>Formwork, H=20cm</b>	100,000	m	5,60	Bedarf
03.01.2	Bodenplatte Stb C25/30 XC2 XA1 <b>Floor slab Stb C25/30 XC2 XA1</b>	200,000	m2	19,94	Bedarf
03.01.3	Baustahlmatten BST 500 M <b>Reinforcement steel mesh BST 500 M</b>	5,000	t	1.288,00	Bedarf
03.01.4	Betonstahlstab BST 500 S <b>Structural steel bars BST 500 S</b>	1,800	t	1.288,00	Bedarf
03.01.5	Wände aus Stahlbeton C25/30 XC2 <b>Walls Armoured concrete C25/30 XC2</b>	140,000	m2	48,44	Bedarf
<b>Titelsumme: 03.01</b>					<b>Bedarf</b>

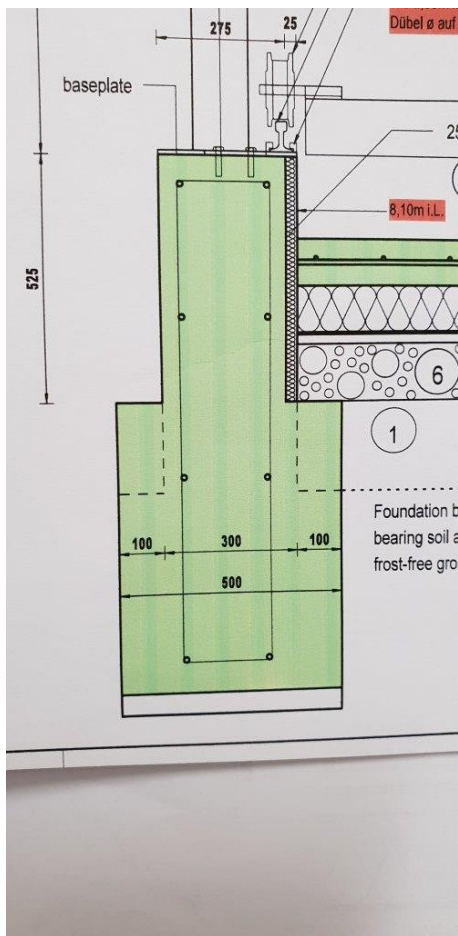
Übertrag: € 45.665,90

Übertrag: € 45.665,90

Pos-Nr      Bezeichnung      Menge   Einheit   E-Preis      G-Preis

**Titel: 03.02      Boden Halle / Floor Drying Hall**

03.02.1	Sauberkeitsschicht <b>Blinding concrete</b>	300,000	m2	5,21	<i>Bedarf</i>
03.02.2	Streifenfundamente Stb C25/30 XC2 XA1 <b>Strip foundation Stb C25/30 XC2 XA1</b>	230,000	m3	88,93	<i>Bedarf</i>
03.02.3	Wandaufkantung auf Streifenfundamente <b>Built-up on strip foundations</b>				



125,000 m2      47,58      *Bedarf*

03.02.4	Wandaufkantung auf Streifenfundamente <b>Laying on edge on strip foundations</b>
---------	---

Übertrag: € 45.665,90





Übertrag: € 103.881,60

Pos-Nr	Bezeichnung	Menge	Einheit	E-Preis	G-Preis
	... Positionssummen von umseitig letzter Position	8,000	Stck	2.200,58	17.604,64
<b>Titelsumme: 04.02</b>					<b>17.604,64</b>
<b>Gewerksumme: 04</b>					<b>75.820,34</b>

## Gewerk: 05 Maschinentechnik/Mech. Technic

### Titel: 05.01 Annahme / Sludge feeding

05.01.1 Schlambunker mech. Ausrüstung  
**Sludge bunker mech. equipment**  
**Width approx. 4-5m** 5,000 Stck 40.580,68 202.903,40

05.01.2 Schlamm-dichte Ausführung 5,000 Stck 1.936,17 9.680,85

05.01.3 Deckel für Vorlagebunker  
**Cover for winter sludge bunker**



5,000 Stck 19.645,73 98.228,65

**Titelsumme: 05.01 310.812,90**

### Titel: 05.02 TKS Austrag / Sludge discharge

05.02.1 Muldengurtförderband Quer  
**Swale belt conveyor crosswise**




47,000 m 1.071,62 Bedarf

05.02.2 Schrägförderband Muldengurtförderband  
**Inclined belt conveyor**

Übertrag: € 432.299,14



Übertrag: € 432.299,14

Pos-Nr	Bezeichnung	Menge	Einheit	E-Preis	G-Preis
		1,000	stck	12.587,40	Bedarf
05.02.3	Abdeckung Spannstation <b>Cover tension station</b>	1,000	stck	925,12	Bedarf
05.02.4	Podesttreppe <b>Landing platform staircase</b> - if required according topography -	1,000	stck	2.178,40	Alternativ
<b>Titelsumme: 05.02</b>					<b>0,00</b>

**Titel: 05.03 Wende-System I+M /Turning-System I+M**

05.03.1 Antriebsstation der i+M-Wendetetechnik  
**Drive unit of i+M turning machine**  
260x260x8



5,000 Stck 16.742,25 83.711,25

05.03.2 Umlenkstation  
**Deflecting station**

5,000 Stck 8.537,16 42.685,80


05.03.3 Räumbalken i+M-Wendetechnik  
**Turning bars of i+M turning machine**  
120x120x6



160,000 Stck 1.618,24 258.918,40

Übertrag: € 817.614,59

Übertrag: € 817.614,59

Pos-Nr	Bezeichnung	Menge	Einheit	E-Preis	G-Preis
05.03.4	Förderkette für i+M-Wendetechnik <b>Conveying chain i+M turning technic</b> DIN 8165 LW = 25,	1.900,000	m	33,22	63.118,00
05.03.5	Schienensystem S7 <b>Rail system S7</b>				
		950,000	m	39,03	37.078,50
05.03.6	Schiene innen unten 100/10 <b>Rail middle below 100/10</b>	475,000	m	20,53	9.751,75
05.03.7	Schiene innen oben 80/50/4 <b>Rail middle above 80/50/4</b>	475,000	m	28,45	13.513,75
05.03.8	Grundstockliste - Montageteile <b>Consumables - Installation parts</b>	5,000	pau	7.879,20	39.396,00
05.03.9	Montage i+M-Wendetechnik <b>Installation i+M turning system</b>	5,000	pau	25.540,91	127.704,55
05.03.10	Lineartechnik System i+M Fahrweg 3,5m für manuellen Eintrag/ AUstrag	5,000	pau	15.695,40	78.477,00
				<b>Titelsumme: 05.03</b>	<b>754.355,00</b>
				<b>Gewerksumme: 05</b>	<b>1.065.167,90</b>

## Gewerk: 06 Steuerung / Control


### Titel: 06.01 SPS / PLC

06.01.1 SPS Steuerung i+M Turner+Lüftung  
**PLC control i+M Turner+Ventilation standard**

Übertrag: € 1.186.654,14



Übertrag: € 1.186.654,14

Pos-Nr	Bezeichnung	Menge	Einheit	E-Preis	G-Preis
					
06.01.2	SPS Steuerung i+M Eintrag <b>PLC control i+M Auto-Feeding</b> Siemens S7 oder comparable	1,000	pau	141.428,00	141.428,00
06.01.2	SPS Steuerung i+M Austrag <b>PLC control i+M Auto-Discharge</b> Siemens S7 oder comparable	5,000	pau	4.588,22	22.941,10
06.01.2	SPS Steuerung i+M Austrag <b>PLC control i+M Auto-Discharge</b> Siemens S7 oder comparable	2,000	pau	2.872,13	5.744,26
06.01.2	Zulage Füllstandssensor Nassschlamm <b>Extra filling sensors wet area</b> 1 / Linie	5,000	stck	1.312,25	6.561,25
06.01.3	Zulage Klimasensor im Nassbereich <b>Extra climate sensors wet area</b> 1 / hall	1,000	stck	1.312,25	1.312,25
06.01.4	Zulage Klimasensor außen <b>Extra climate sensor outside</b> 1 / hall	1,000	pau	932,57	932,57
06.01.5	Zulage Globalstrahlungssensor <b>Extra global radiation sensor</b> 1 / hall	1,000	pau	1.216,07	1.216,07
06.01.6	Kabelplan und Kabellisten erstellen <b>Prepare cable plans and cable lists</b>	1,000	pau	3.280,55	3.280,55
06.01.7	Verkabelung der Trocknerhalle <b>Wiring drying hall</b>	5,000	Linie	17.912,83	Bedarf
06.01.8	Zulage Verkabelung für Eintrag/Austrag <b>Extra wiring for feeding/discharge</b>	5,000	pau	3.157,62	Bedarf
				<b>Titelsumme: 06.01</b>	<b>183.416,05</b>
				<b>Gewerksumme: 06</b>	<b>183.416,05</b>

Übertrag: € 1.370.070,19



Übertrag: € 1.456.247,19

Gesamtsumme

**€ 1.456.247,19**

## Preconditions:

## Voraussetzungen:

1. Neither earth works nor road constructions are part of this estimation of costs.  
Weder Arbeiten für Erd- noch Straßenarbeiten sind Teil dieser Kostenschätzung.
2. Civil works, greenhouse and installation works have to be executed by local companies.  
Bauarbeiten, Gewächshaus und Installation/Montage soll von örtlichen Firmen ausgeführt werden.
3. Good access road for vehicles, uninterrupted execution of construction work  
Gute Zufahrtswege für Fahrzeuge, ununterbrochene Ausführung der Bauarbeiten.
4. Light and low greenhouse structure, sides and roof completely closed. Underpressure operation.  
Leichtes und niedriges Gewächshaus, Seiten und Dach komplett geschlossen. Unterdruckbetrieb.
5. Necessary electric power and water for building the plant will be paid by the building owner.  
Die benötigte Elektrizität und Wasser für den Bau der Anlage wird vom Auftraggeber bezahlt.
6. The interface el. power and water: max. 30m from greenhouse.  
Die Schnittstelle Strom und Wasser: max. 30m neben dem Gewächshaus.
7. Electrical interface connection: 0,5m in front of the drying plant.  
Elektrische Schnittstelle Anschluss: 0,5m vor der Trocknungsanlage.
8. Electrical consumption per ton water evaporation: ca. 35kWh/ton water (without air scrubber).  
Elektrischer Verbrauch pro ton Wasserverdunstung: ca. 35kWh (ohne Luftwäscher).
9. Annual spare parts lump sum: 0,5 % of the invest costs.  
Jährliche Ersatzteilkosten pauschal: 0,5 der Investitionskosten.
10. Man effort per line: 20-30min/d  
Aufwand pro Linie: 20-30Min/Tag
11. "Alternativ" positions regarding product type  
"Bedarf" = required positions by client or client's subcontractor and options have to be clarified until the date of order.  
Alternativ-, Bedarfs- und Optionen müssen bis zur Auftragsvergabe geklärt werden.
12. Price inflation and increasing raw material and energy costs may require estimation adjustments until date of order.  
Preisinflation und steigende Rohmaterial- und Energiekosten bedürfen evtl. Anpassung der Schätzung bis zum Bestelldatum.

***We feel confident about generating an interesting estimate of costs for you.  
We will be encouraged if you give us the confirmation of this project.  
Payment within 3 weeks / 18 working days according date of invoice.***

***Price development:***

In case of no extraordinary price development the estimated prices usually are valid until finalizing the offered performance based on the preconditions above.

The offered price is not including country specific fees, taxes, duties or other payments.

***The cost estimation has a result of***

***1.456.247,19€ net excl. tax***

Balingen, 18.09.2023

**I+M GmbH & Co.KG**  
**Innovation und Management**  
**Roschbachstr. 2**  
**D-72336 Balingen**  
 info@im-gbr.de

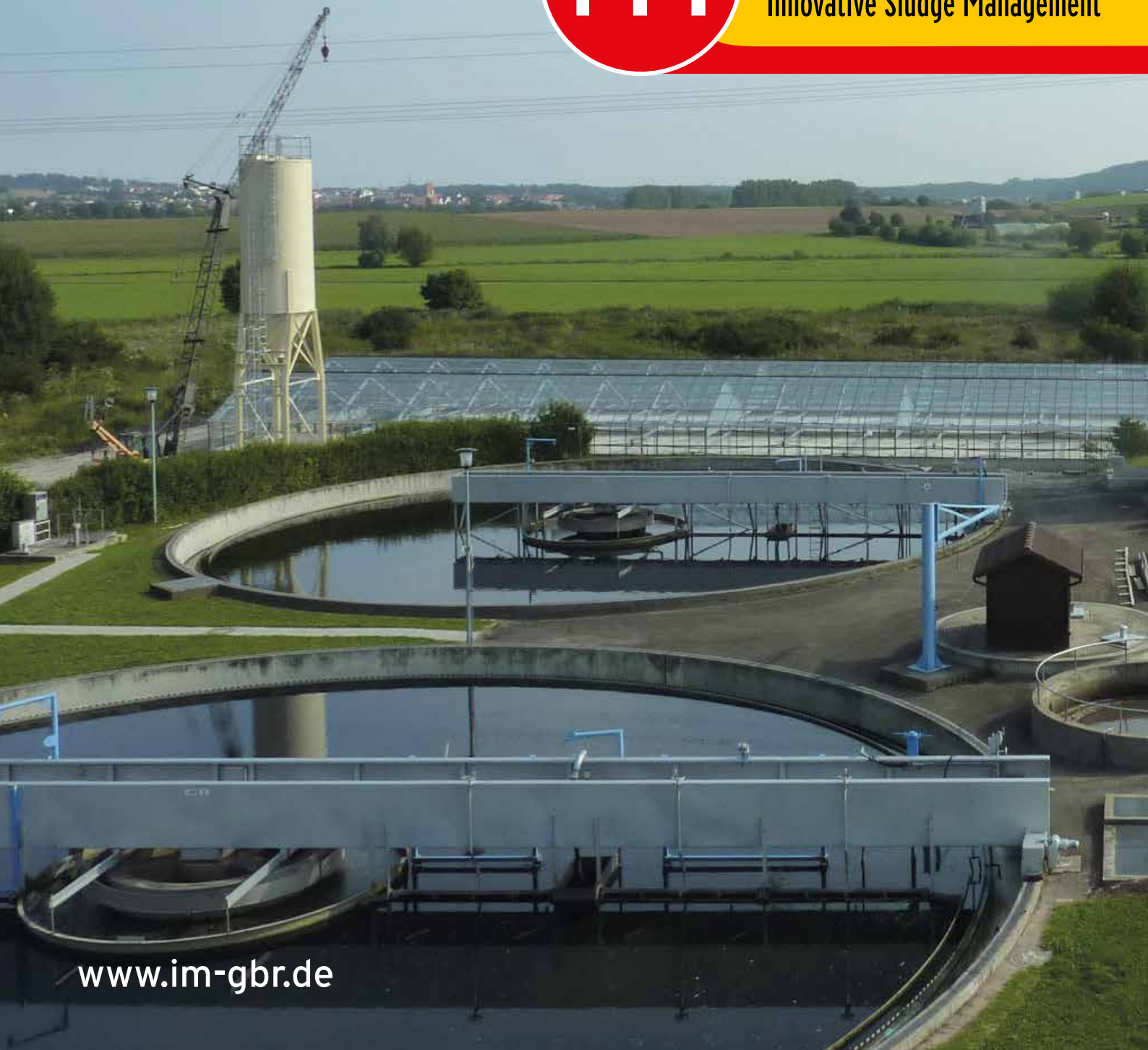
## Gewerk-/Titelzusammenstellung

<i>Gewerk Titel</i>	<i>Zu-/Abschläge mit Berechnung</i>	<i>Gewerksumme Titelsumme</i>
<b>01 Planung/Planning</b>		<b>45.665,90</b>
01.01 Ausführungsplanung/Exec.Layout		45.665,90
<b>02 Beton,Stahlbeton / Concrete, RCC</b>		<i>Bedarf</i>
02.01 Eintragsseite/Feeding Side		<i>Bedarf</i>
<b>03 Beton, Stb / Concrete</b>		<i>Bedarf</i>
03.01 Austragsseite / Output		<i>Bedarf</i>
03.02 Boden Halle / Floor Drying Hall		<i>Bedarf</i>
<b>04 Trocknungshalle / Drying Hall</b>		<b>75.820,34</b>
04.01 Halle, Lüftung / Hall Ventilation		58.215,70
04.02 Luftführung / Air Circulation		17.604,64
<b>05 Maschinentechnik/Mech. Technic</b>		<b>1.065.167,90</b>
05.01 Annahme / Sludge feeding		310.812,90
05.02 TKS Austrag / Sludge discharge		0,00
05.03 Wende-System I+M /Turning-System I+M		754.355,00
<b>06 Steuerung / Control</b>		<b>183.416,05</b>
06.01 SPS / PLC		183.416,05
<b>07 Projektabwicklung/Project Handling</b>		<b>86.177,00</b>
07.01 Ingenieurleistungen / Engineering		24.640,00
07.02 Inbetriebnahme / Start up		29.120,00
07.03 Transport / Transport		26.488,00
07.04 Dokumentation / Documentation		5.929,00
<b>Gesamtsumme</b>		<b>€ 1.456.247,19</b>

# Intelligent Sludge Drying



**ZiZMANN**  
Innovative Sludge Management



[www.im-gbr.de](http://www.im-gbr.de)



# Intuitive innovative

## Solar? Hybrid? - Both!

The i+M-System captivates by innovative flexibility. Thus it is the right choice for any location and any situation.

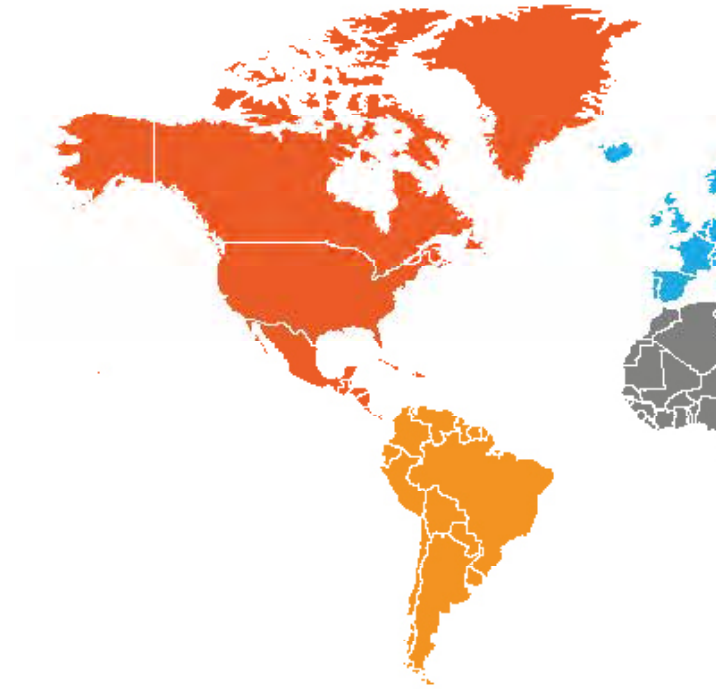
## 12 Tons Evaporation

Combination of intelligent heating and aeration technology makes the difference between standard solar drying and high efficiency drying with evaporation rates of 5 ton/m<sup>2</sup> per year with top performances up to 12 ton/m<sup>2</sup> - no matter if on 500 m<sup>2</sup> or 50,000 m<sup>2</sup> area.

## Synergy Effects

Climate protection by heat recovery from external processes:

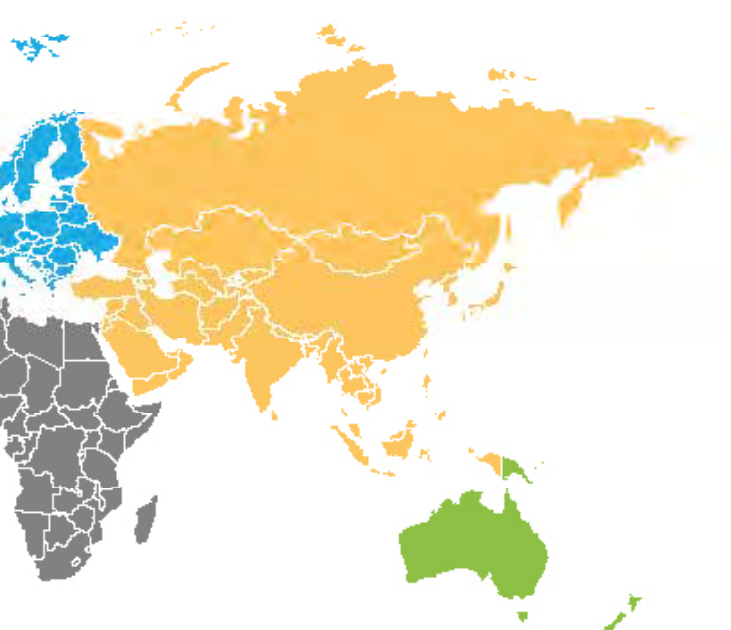
- Heat recovery WWTP
- Heat use CHP
- Post-operation after high temperature facilities



Turkey in summer, solar



Black Forrest in winter, hybrid



# Interval increase

## 60 per hour

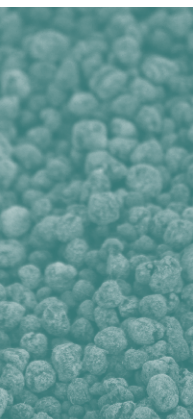
The turning system transports the sludge on the drying area at an average of every minute 24/7.

## Added Benefit

Instead of one unit several turning units move the sludge simultaneously. Evaporation and water transfer from sludge to air increases area-wide.

## Energy Efficiency

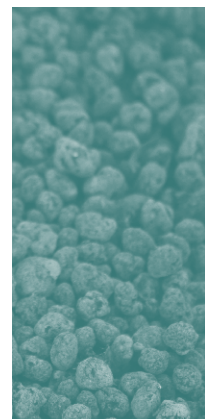
Responsible for sludge conveying is just one single drive gear motor per drying line. Location of drive technology at dry sludge side enables safe and easy service and maintenance without necessity of area access.



Drive unit at dry sludge area

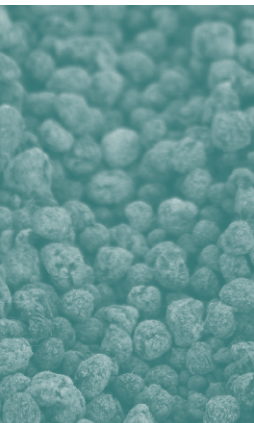


Drying minute-by-minute



# Emission prevention

Good climate between man and environment:  
CO<sub>2</sub> neutral sludge drying, emission reduction and  
hygienization in one step - clever with i+M-Zizmann.

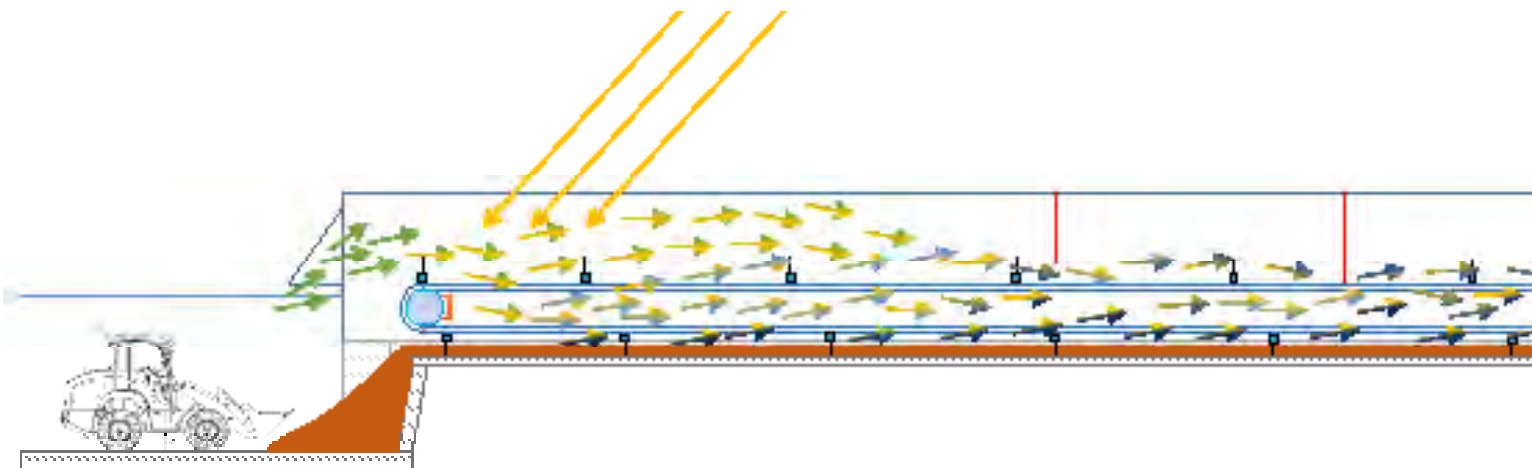


## Close-to-Floor & Gentle

Almost soundless the system moves the sludge continuously and soft. Comparable to chain conveyor systems of post-treatment basins at WWTP the i+M-System the turning system „harrows“ through the material and allows constant drying process up to above 90% DS without significant dust occurring.

## 5-8 Against Smell

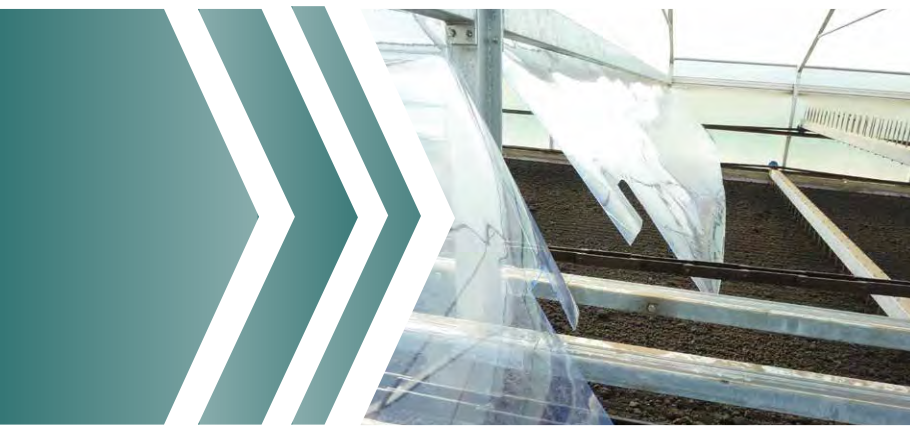
Thin sludge thickness of 5-8cm prevents stagnant moisture inside sludge layer. Reduction of anaerobe milieus - often reason of unpleasant odor - is understood by us. By area-wide and numerous sludge turning sequences sludge flow targets got reached or even increased.





# Air flow management

After thermal influence and turning system provides water on sludge surface for evaporation a controlled air stream absorbs moisture from sludge for leading it out of the drying hall.



## 140,000 / 1,000

Sludge gets dried efficiently inside the i+M-plant by up to 140,000 m<sup>3</sup>/h air per 1,000 sqm area.

Controlled air streaming with high exchange rates guarantees:

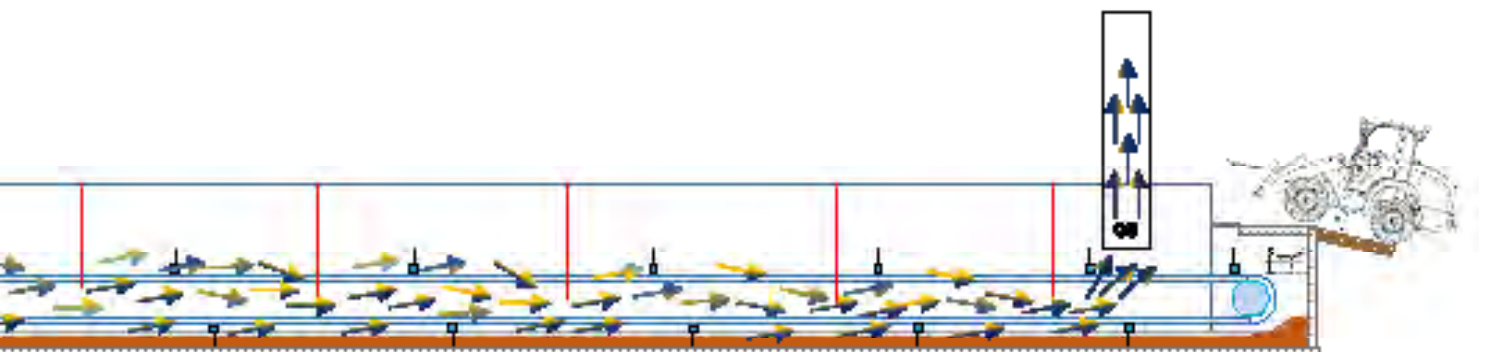
- Use of ambient energy
- Incredible air saturation
- Surface cooling / evaporation chill
- Odor reduction

## Air Treatment

Experiences show:  
Every sludge is different everywhere.

For problematic sludges classic air treatment systems can be connected easily:

- Biological filter
- Mineral filter
- Chemical washer



# Individual References



## Feeding Options

- Combination incl. dewagging system
- Belt conveyor from adjoining storage
- Bunker incl. hydraulic

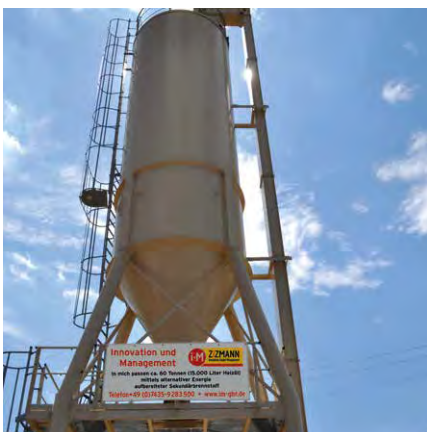


## Operation Modus

PLC control system  
partly or full automatized

DS-contents  $\geq 90\%$   
without adhesion phase

DS-optimized air management



## Discharge Options

Bucket conveyor with  
Ex-Protect-Silo

Underground storage with  
chain conveyor

Belt conveyor, wheel loader, etc.



## Heat Recovery

Naturally:  
Solar energy and wind

External heat:  
Floor heating and air heating



# Performance compact

## Engineering & Turn-Key

National i+M GmbH & Co.KG offers total performances out of one source as EPC.

International we act as engineering provider and supplier of our core technology for sludge drying.

## Sludge Drying Plant

- Dimensioning and design
- Civil works
- Building construction
- Intelligent technology control
- Installation and commissioning
- Maintenance and repair
- Retrofitting and improvement competitive systems up to  $\geq 90\%$

## Extra performance WWTP

- Consulting WWTP operation improvement
- Energetic digester improvement
- Expansion and retrofitting of WWTP

## Heat concepts

- Digester CHP
- District heat pipe industrial CHP
- Heat recovery waste water
- Heat extraction from compressors, aeration aggregates etc.





**i+M GmbH & Co.KG**  
**Innovation und Management**

Roschbachstraße 2  
72336 Balingen

Germany

[info@im-gbr.de](mailto:info@im-gbr.de)

[www.im-gbr.de](http://www.im-gbr.de)



**ZiZMANN**  
Innovative Sludge Management



www.weltdesign.de



# Solar supported sewage sludge drying plant



## Reference plant Alexander Buhl – Bioenergiezentrum

Year of construction: 2010

### Location

This solar supported drying plant is near Horb a.N. in Baden-Württemberg and the owner and operator is a farmer who is one of the first biogas plant farmers since the middle 90s.

### Sludge input

The sewage sludge arrives with a dry solid content of ca. 20 to 35% out of four different waste water treatment plants (ca. 50.000 population equivalent) from nearby municipalities: Horb, Oberndorf, Glatt and Dettingen.

### Drying and sludge output

The drying process is inside a foiled greenhouse and happens by solar radiation and a floor heating system. Inside the hall the sewage sludge dry solid content reaches  $\geq 90\%$  DS. The thermal energy which is needed for the floor heating system is delivered by the biogas plant. The averaged daily drying process manages about 11 tons per day.

The gained sewage sludge granulate gets stored in an underunable silo until the collection by a cement plant. The biogenic granulate as an alternative fuel replaces brown coal.

### Plant data

Drying space	1050 m <sup>2</sup>
Independent lines	2 pieces
Input bunker	140 m <sup>3</sup>
Dry sludge silo	60 m <sup>3</sup>
Energy value dry sludge	ca. 2.5 Mio. kWh
Thermal energy biogas plant	300- 500 kW

### Sludge data

Sludge delivery	Container
Sludge pickup	Truck-Silo
Dewatered sludge flow	4000 m <sup>3</sup> /a
Sludge input	ca. 25 % DS
Sludge output	$\geq 90\%$ DS
Evaporation	2890 t H <sub>2</sub> O/a

---

### Your Contact

I+M GmbH & Co.KG  
Innovation and Management  
Richard Zizmann

Roschbachstr. 2  
D-72336 Balingen  
zizmann@im-gbr.de

# Solar supported sewage sludge drying plant



## Reference plant Abwasser Zweckverband Oberes Mühlbachtal

Year of construction: 2006

### Location

On the downhill side of the Birkhof / Sulz a.N. farm this solar supported drying plant was built in 2006. The association for sewage treatment and the farmer signed an agreement that the association can use the thermal energy for the floor heating drying system.

### Sludge input

Two waste water treatment plants deliver the sludge with ca. 25% DS: The waste water treatment plant of the nearby city Sulz and the waste water treatment plant Bergfelden of the association for sewage sludge treatment Oberes Mühlbachtal with a population equivalent of about 20.000.

### Drying and sludge output

This plant is the first plant that was built in this way. The drying process takes place inside a glass greenhouse by the incoming solar radiation and the surplus of thermal energy out of the farmer's biogas plant. Depending on the whole energy supply the drying flowing rate of the sewage sludge is about 15 days. As an intermediate storage an underrunnable silo was positioned beside the hall. Therefore a bucket conveyor transports the sludge  $\geq 90\%$  out of the hall and inside the silo – a closed system. The collection is done by a cement plant which uses this dried sludge energetically as secondary fuel.

### Plant data

Drying space	570 m <sup>2</sup>
Independent lines	1 pieces
Input bunker	ca. 72 m <sup>3</sup>
Dry sludge silo	60 m <sup>3</sup>
Energy value dry sludge	ca. 736.000 kWh
Thermal energy biogas plant	120 kW

### Sludge data

Sludge delivery	Container
Sludge pickup	Truck-Silo
Dewatered sludge flow	1.880 m <sup>3</sup> /a
Sludge input	ca. 25 % DS
Sludge output	$\geq 90$ % DS
Evaporation	1.200 t H <sub>2</sub> O/a

### Your Contact

I+M GmbH & Co.KG  
Innovation and Management  
Richard Zizmann

Roschbachstr. 2  
D-72336 Balingen  
zizmann@im-gbr.de

# Solar supported sewage sludge drying plant



## Reference plant **Verwaltungsverband Langenau**

Year of construction: 2011

### Location

As communally employer the topic energy efficiency is as important as never before. So the administrative cooperation Verwaltungsverband Langenau near Ulm decided itself for a solar supported sewage sludge plant on the area of its waste water treatment plant.

### Sludge input

The dewatered sewage sludge (20 - 30% DS) gets transported out of an adjoining building via a push floor and transport system. Inside the drying hall made of glass a spiral conveyor is responsible for spread the sludge across the width of the hall.

### Drying and sludge output

The decision was made for a Venlo designed toughened safety glass greenhouse on a space of ca. 480m<sup>2</sup>. The greenhouse consists of roof and side openings and the aeration system is supported with ventilators that enlarge the circulation above the sludge. Beside the solar energy and the aeration effect a block heat and power plant was connected. The necessary gas for the block heat and power plant is covered out of the digester on the waste water treatment plant.

So the administrative cooperation uses free and unused energy effectively.

At the end of the drying area a high quality bucket conveyor takes the sludge out of the hall and into a silo. This silo is also part of the adjoining building. Regarding the energy shortage the power and cement industry need more and more homogenous fuel qualities with a density <8mm and <90% DS. Because of this IM developed a special crusher that consist of a magnetic separator additionally.

### Plant data

Drying space	370 m <sup>2</sup>
Independent lines	2 pieces
Input bunker	45 m <sup>3</sup>
Dry sludge silo	50 m <sup>3</sup>

### Sludge data

Sludge delivery	Chamber filter press
Sludge pickup	Truck-Silo
Sludge input	ca. 25 % DS
Sludge output	≥ 90 % DS
Population	ca. 14.500 p

---

### Your Contact

I+M GmbH & Co.KG  
Innovation and Management  
Richard Zizmann

Roschbachstr. 2  
D-72336 Balingen  
zizmann@im-gbr.de



# Solar supported sewage sludge drying plant



## Reference plant Gemeinde Zwiefalten

Year of construction: 2011-2012

### Location

This is a very special sewage sludge drying plant of the municipality Zwiefalten county Reutlingen and is located uphill the waste water treatment plant.

### Sludge input

Feature number one is the sludge input:

The fluid sludge (ca. 2-3% DS) gets pumped from the downhill waste water treatment plant on a belt press. From this belt press the sludge falls down and gets delivered across the width with a spiral conveyor.

### Drying and sludge output

Like many municipalities also Zwiefalten came to a decision for a glass greenhouse (ca. 325m<sup>2</sup>). In this case there is just one drying line. The thermal heat for the floor heating system is covered by the biogas plant of a near farmer. Additionally thermal heat can be used out of the waste water treatment plant's digester.

Beside the input with the belt press also the output is a feature that hasn't been there before:

The dried sludge doesn't get transported out of the hall. It just falls down into a deep sludge shelter at the end of the hall. At the time when the sludge was collected, the dried material is pulled out of the shelter by a chain conveyor.

### Plant data

Drying space	230 m <sup>2</sup>
Independent lines	1 pieces
Input	Belt press
Sludge shelter	ca. 35m <sup>3</sup>

### Sludge data

Sludge delivery	Direct
Sludge pickup	Truck-Silo
Sludge input	ca. 2% resp. 25 % DS
Sludge output	≥ 90 % DS
Population equivalent	ca. 19.300 PE

### Your Contact

I+M GmbH & Co.KG  
Innovation and Management  
Richard Zizmann

Roschbachstr. 2  
D-72336 Balingen  
zizmann@im-gbr.de

Solar supported  
sewage sludge drying plant



---

**Your Contact**  
I+M GmbH & Co.KG  
Innovation and Management  
Richard Zizmann

Roschbachstr. 2  
D-72336 Balingen  
zizmann@im-gbr.de



**Reference plant – Turkey**  
**REMONDIS Su ve Atık Su Tek. San. ve Tic. A.Ş**

Year of construction: 2012

**Location**

In the southwest of Turkey the operator Remondis decided to built a pure solar sewage sludge drying plant. The drying plant is now part of the waste water treatment plant.

**Sludge input**

The input happens typically with a pre-located bunker which is equipped with a push floor to transport the dewatered sludge (ca. 25% DS) inside the hall. The hall consists of a double foiled cover with roof and side openings for fresh air inlet and roof ventilation for the air circulation above the sludge. Regarding the fact that the southwest of Turkey is a popular holiday destination in summer the sludge amount is different from the amount in winter. In summer it's about three to four times higher than in the cold season.

**Drying and sludge output**

This foiled greenhouse is more than 150m long and consists also of a floor heating system although the sludge gets dried pure solar at the moment. This foresight offers the possibility to add an external heat source in future to optimize the drying result regarding the dry solid content and the seasonal variation. Based on the different dry solid contents during the year the output is organized with belt conveyors. Two of them transport the sludge from the outer edges to the central where a third one collects the sludge and dumps it inside a container.

**Plant data**

Drying space	1350 m <sup>2</sup>
Independent lines	2 pieces
Input bunker	140m <sup>3</sup>

**Sludge data**

Sludge delivery	Container
Sludge pickup	Container
Sludge input	ca. 25 % DS
Sludge output	Seasonal different



# Solar supported sewage sludge drying plant



## Reference plant Gemeinde Kißlegg/Allgäu

Year of construction: 2012

### Location

The sixth solar supported sewage sludge drying plant of I+M got realized embedded into the beautiful countryside of the Allgäu near Kißlegg.

### Sludge input

Like the plant in Zwiefalten this plant was also constructed with and directly and immediately sludge input by using a pump unit and a belt press. That means that the sewage sludge gets dewatered inside the drying hall and the press drops it down on the drying field.

Two sewage sludge treatment plants are drying their sludge in this plant: The municipality of Kißlegg and the smaller plant Dürren.

### Drying and sludge output

The required area for the greenhouse which is made of toughened safety glass is about 400m<sup>2</sup>. This area contains as well the unit for the press and electronic cabinets as the bucket conveyor for the material's output. The storage of the dried sludge happens by an underrunnable silo. The thermal energy for the floor heating system comes from the digester on site.

### Plant data

Drying space	377 m <sup>2</sup>
Independent lines	1 pieces
Input	Filter press
Output / Silo	ca. 35m <sup>3</sup>

### Sludge data

Sludge delivery	Direct
Sludge pickup	Truck-Silo
Sludge input	ca. 2% bzw. 25 % DS
Sludge output	≥ 90 % DS

### Your Contact

I+M GmbH & Co.KG  
Innovation and Management  
Richard Zizmann

Roschbachstr. 2  
D-72336 Balingen  
zizmann@im-gbr.de



# Solar supported sewage sludge drying plant



## Reference plant Gemeinde Gärtringen

Year of construction: 2014

### Location

It is seen even you are on the A81 between Stuttgart and the Lake Constance: A huge glass greenhouse that rises up beside the road on the site of the sewage sludge treating plant of Gärtringen.

### Sludge input

Two independent pre-located bunker units offer the possibility to receive sludge from the 9 other members of the sludge treatment association as well as the local sludge of the WWTP Gärtringen that gets transported automatically by a spiral conveyor after passing the dewatering unit. This collecting point offers a good plant utilization rate and is a real solution for all members.

### Drying and sludge output

On a space of about 1400m<sup>2</sup> the different types of the association's sludge get dried until  $\geq 90\%$  TS automatically from the input until the pick up: electrical and electronic engineering, bunker with pushfloor, greenhouse, air management and output system.

To prevent the dried sludge from moisture and other weather influences the sludge is kept safe inside an underrunable silo.

The heat for the floor heating system comes from the electricity generation of a nearby deep-freeze warehouse.

### Plant data

Drying space	1040 m <sup>2</sup>
Independent lines	2 pieces
Input bunker	ca. 150m <sup>3</sup>
Input	Spiral conv., bunker
Output / Silo	ca. 60m <sup>3</sup>
Heat source	Industrial district heat

### Sludge data

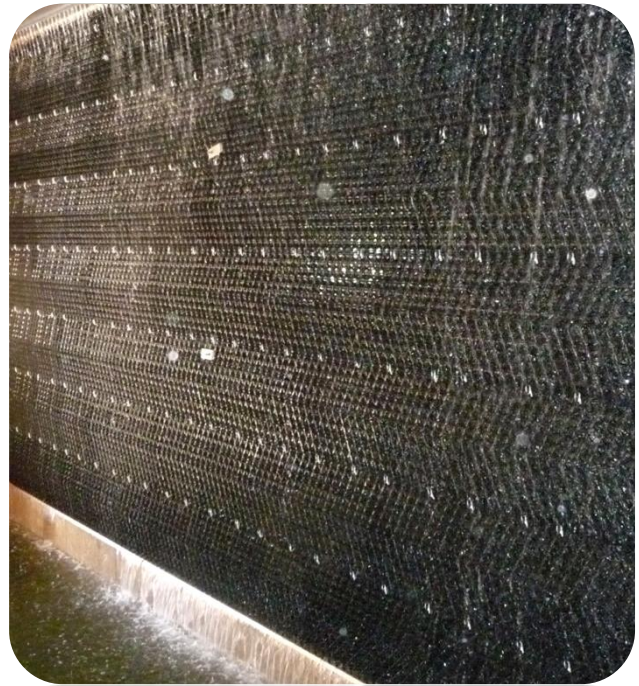
Sludge delivery	Direct, Truck-Container
Sludge flow (plan)	3200 - 4000to
Sludge pickup	Truck-Silo
Sludge input	20 - 25 % DS
Sludge output	$\geq 90\%$ DS

### Your Contact

I+M GmbH & Co.KG  
Innovation and Management  
Richard Zizmann

Roschbachstr. 2  
D-72336 Balingen  
zizmann@im-gbr.de

# Solar supported sewage sludge drying plant



## Reference plant Alerheim

Year of construction: 2012

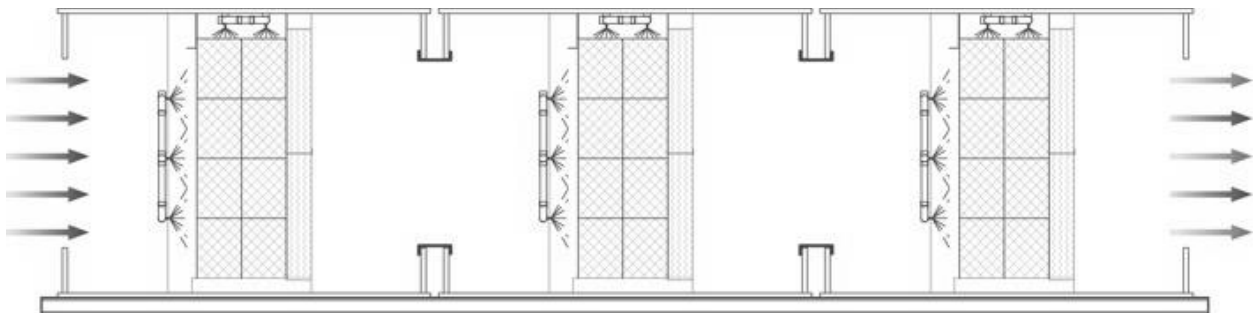
### Location

Alerheim is located in a meteor crater called „Nördlinger Ries“. Because of this special topographical situation often inversion occurs. This means that exhaust air from the greenhouse stays close above the ground without mixing or rising up to higher atmospheric shifts.

### Enhancement

The plant got equipped with an acid-base-washer for smelling exhaust air on the one hand and enlarged chimneys on the other hand to push the air in upper areas. Additionally the plant got optimized regarding sludge flow rate in 2014.

### Draft air scrubber



**Your Contact**  
I+M GmbH & Co.KG  
Innovation and Management  
Richard Zizmann

Roschbachstr. 2  
D-72336 Balingen  
zizmann@im-gbr.de





## Reference plant Oswald

Year of construction: 2017

### Location

Beside the EDZ drying plant from 2006 owned by the waste water association AZW Oberes Mühlbachtal a new i+M-Zizmann plant was constructed in 2017 on the same site. Performance differences and technical developments of 10 years can be shown here perfectly.

### Sludge input

As constructed previously also the new plant is equipped with the pre-located hydraulic bunker units for safe and independent sludge feeding. Sludge delivery from more than five surrounding sludge treatment plants happens by container or any other dumping vehicle.

### Drying and sludge output

The drying area was chosen with ca. 1.200m<sup>2</sup>. The floor is constructed as heating plate with stainless steel pipes that allow water inlet temperatures until 105°C.

This offers water evaporation performances up to 8ton per square meter per year.

Drying result is fixed on 90% DS for industrial utilization or as RDF in mono-incineration plant.

### Plant data

Drying area	1,200 m <sup>2</sup>
Independent lines	2
Bunker vol.	ca. 170m <sup>3</sup>
Feeding	Bunker
Output / Silo	ca. 60m <sup>3</sup>
Heat source	Biogas plant

### Technical data sludge

Sludge feeding	Truck, Container
Design sludge flow	3,500-8,000to
Sludge discharge	LKW-Silo
DS Input	22 - 25 % TS
DS Output	≥ 90 % TS

### Your Contact

I+M GmbH & Co.KG  
Innovation and Management  
Richard Zizmann

Roschbachstr. 2  
D-72336 Balingen  
zizmann@im-gbr.de

# Solar supported sewage sludge drying plant



## Reference plant Narol, Indien

Year of construction: 2018

### Location

Together with our local Indian partner company now the world's largest drying plant for apparel textile sludge according to the i+M-Zizmann was constructed in 2018 in the northwest of India, in Gujarat state. Usually the area of 9,600m<sup>2</sup> was designed just as sludge storing halls after dewatering.

By using i+M technology the sludge gets desiccated professionally on a granulate type product structure with industrial application

### Sludge feeding

The primary concept of the owner was just feeding by tractor/wheel loader after mono-belt dewatering. To optimize the drying process now the new concept shall include automatic feeding, either by relocate the dewatering machines to the feeding sections or dosed feeding adjustments of the feeding sections.

### Drying and sludge output

The drying area is ca. 9,600m<sup>2</sup>. On this area the sludge gets dried on 90%DS the whole year. Only during monsoon times the incoming air gets optimized to generate warm air inside the hall to guarantee the drying process during the monsoon. Preparations for hot floor operations were considered during the design and can be installed easily in case of higher sludge flow rates in future.

### Plant data

Drying area	9,600m <sup>2</sup>
Independent lines	11
Feeding 2018	Manual
Future feeding	Dosed
Output	Belt conveyor, Elevator, Silo
Sludge output	≥ 90% DS

---

### Your Contact

I+M GmbH & Co.KG  
Innovation and Management  
Richard Zizmann

Roschbachstr. 2  
D-72336 Balingen  
zizmann@im-gbr.de



# Solar supported sewage sludge drying plant



## Reference plant Vishaghapatnam

Year of construction: 2019

### Location

The coast city Vishaghapatnam (Vizag) is located in India's east in the state Andhra Pradesh. Vizag is one of the prosper regions of India. The plant is part of the production area of Brandix Apparel India Pvt. Ltd., one of the world largest producers and exporters of apparel.

### Sludge feeding

Two separated bunker units with hydraulic walking floor allow the independent sludge feeding in each hall of this drying plant. The sludge dumping happens with any usual dumping vehicles from the dewatering building beside the drying plant.

### Drying and sludge output

The area for drying is ca. 1,200m<sup>2</sup> and is operated solar on ca. 8 months. During monsoon times and in case of increased apparel production waste heat from the nearby incineration process is used for guarantee the drying results.

### Plant data

Drying area	1,200 m <sup>2</sup>
Independent lines	2
Feeding bunker	ca. 170m <sup>3</sup>
Feeding	Bunker, Hydr. Walking floor
Output silo	ca. 60m <sup>3</sup>
Heat source	Incineration

### Your Contact

I+M GmbH & Co.KG  
Innovation and Management  
Richard Zizmann

Roschbachstr. 2  
D-72336 Balingen  
zizmann@im-gbr.de

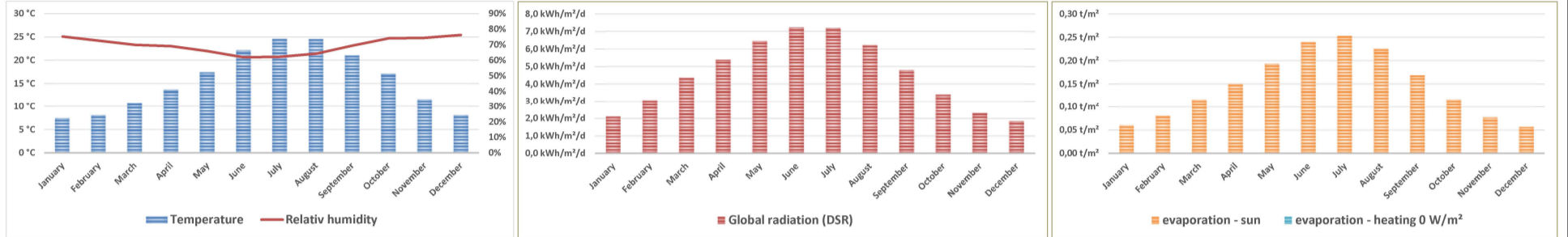
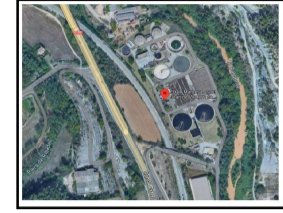
**Annex-03. Tecnologia HUBER TECHNOLOGY**

# HUBER SOLSTICE for Solar Sludge drying applications

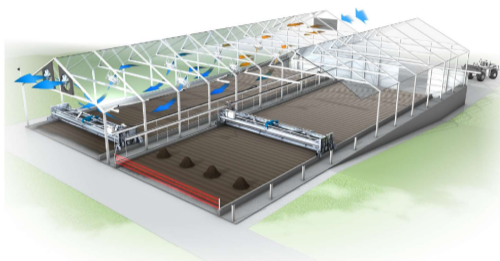
## CLIMATE CONDITIONS

	Temperature	Relativ humidity	Global radiation (DSR)	evaporation - sun	External heat 0kW	evaporation - heating 0 W/m²
January	7 °C	75%	2,1 kWh/m²/d	0,06 t/m²	0,0 MWh	0,00 t/m²
February	8 °C	73%	3,1 kWh/m²/d	0,08 t/m²	0,0 MWh	0,00 t/m²
March	11 °C	70%	4,4 kWh/m²/d	0,12 t/m²	0,0 MWh	0,00 t/m²
April	14 °C	69%	5,4 kWh/m²/d	0,15 t/m²	0,0 MWh	0,00 t/m²
May	17 °C	66%	6,4 kWh/m²/d	0,19 t/m²	0,0 MWh	0,00 t/m²
June	22 °C	62%	7,2 kWh/m²/d	0,24 t/m²	0,0 MWh	0,00 t/m²
July	25 °C	62%	7,2 kWh/m²/d	0,25 t/m²	0,0 MWh	0,00 t/m²
August	25 °C	64%	6,2 kWh/m²/d	0,23 t/m²	0,0 MWh	0,00 t/m²
September	21 °C	70%	4,8 kWh/m²/d	0,17 t/m²	0,0 MWh	0,00 t/m²
October	17 °C	74%	3,4 kWh/m²/d	0,12 t/m²	0,0 MWh	0,00 t/m²
November	12 °C	74%	2,3 kWh/m²/d	0,08 t/m²	0,0 MWh	0,00 t/m²
December	8 °C	76%	1,8 kWh/m²/d	0,06 t/m²	0,0 MWh	0,00 t/m²
Average			4,5 kWh/m²/d	0,14 t/m²	0,0 MWh	0,00 t/m²
Annually			1649,3 kWh/m²/a	1,73 t/m²	0,0 MWh	0,00 t/m²

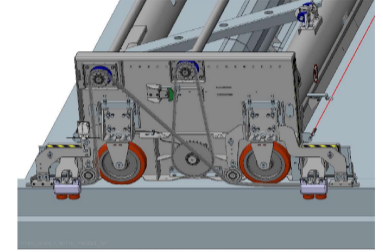
Creation date	08.08.2023
Revision	0
Location	Manresa WWTP
Latitude	41.70560
Longitude	1.84230
Elevation	302 m
Units	EU
Printed	11.08.2023
Contact Person	gan@huber.de



## PROJECT CONDITIONS & SET UP



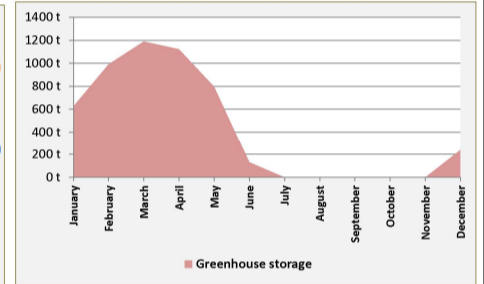
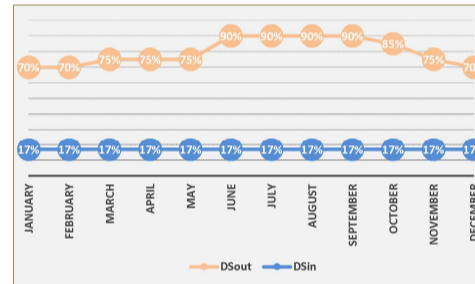
Type	11
Numbers of lines	4
Set Up	Option1
DS Input	17%
DS Output	79%
Wet sludge amount	10000 t/a
Feeding	Wheel loader
Discharge	Wheel loader
Storage for sludge cake	Nein
Storage amount	---
Greenhouse venting	Ventilator



## SLUDGE DISTRIBUTION

### Internal storage

	dewatered sludge	DSin	dry sludge	DSout	Water evaporation	water in dry granulate
January	833 t	17%	114 t	70%	356 t	34 t
February	833 t	17%	154 t	70%	481 t	46 t
March	833 t	17%	204 t	75%	695 t	51 t
April	833 t	17%	263 t	75%	897 t	66 t
May	833 t	17%	340 t	75%	1159 t	85 t
June	833 t	17%	182 t	90%	784 t	18 t
July	833 t	17%	157 t	90%	676 t	16 t
August	833 t	17%	157 t	90%	676 t	16 t
September	833 t	17%	157 t	90%	676 t	16 t
October	833 t	17%	167 t	85%	667 t	25 t
November	833 t	17%	134 t	75%	459 t	34 t
December	833 t	17%	108 t	70%	337 t	32 t
Average	10000 t	17%	2139 t	79%	7861 t	439 t



## ELECTRICAL CONSUMPTION - ESTIMATION

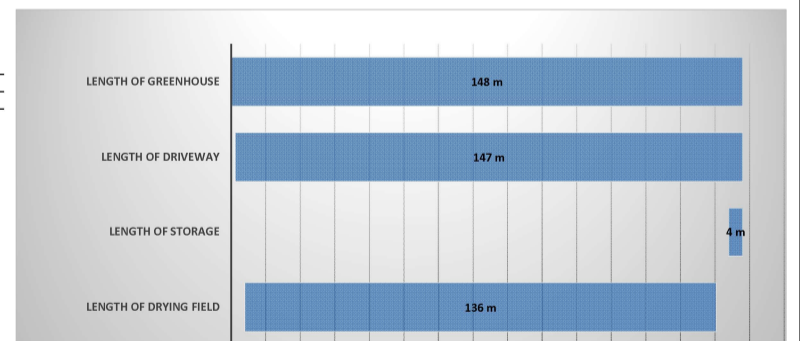
### Internal storage

	Numbers	Runtime	Utilisation	Effective power	Electric consumption
Traction drive	4	3154 h/a	0,5	3,00 kW	18.921 kWh
Sludge turning unit	4	1577 h/a	0,5	5,50 kW	17.344 kWh
Base load control cabinet	4	8760 h/a	1	0,30 kW	10.512 kWh
Ventilator inside 50 Hz	72	2796 h/a	1	0,82 kW	165.071 kWh
Gable ventilators 50 Hz	20	2796 h/a	1	0,82 kW	45.853 kWh
Sum					257.701 kWh

## GREENHOUSE SET-UP ESTIMATIONS



Length of Drying field	136 m
Width of greenhouse	48 m
sludge covered Area	6000 m²



Visual example



**Annex-04. Variació del PCI amb la sequedat i la matèria orgànica**

### Variació del PCI amb la sequedat i la matèria orgànica

A fi i efecte de valorar l'efecte sobre el PCI de l'eventual reducció de la matèria orgànica durant el procés d'assecatge del fang s'han calculat els PCI que resulten per a materials amb diferents continguts de matèria orgànica i a diferents sequedats.

La **Taula-01** mostra els resultats obtinguts en el rang de matèria seca 75%-95% i per a concentracions de matèria orgànica entre el 60% i el 70%, atribuint una calor de combustió per a la matèria orgànica de 3.500 kcal kg MO<sup>-1</sup>.

Assumint les indeterminacions –i variacions per altres causes- s'aprecia certa equivalència en la influència de la pèrdua d'1% de matèria orgànica i el guany en un 1% de sequedat.

En tot cas, l'interès de la valorització energètica s'inicia en PCI de l'ordre de 2.400 kcal kg<sup>-1</sup>, el que difícilment s'aconseguirà amb fangs digerits tot i considerant sequedats molt elevades.

**Taula-01.** Variació PCI f( mo; ms) –kcal kg<sup>-1</sup> fang assecat-

		MATÈRIA ORGÀNICA (3.500 kcal kg MO <sup>-1</sup> )										
		0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60
<b>MATÈRIA SECA</b>	<b>0,75</b>	1.698	1.671	1.645	1.619	1.593	1.566	1.540	1.514	1.488	1.461	1.435
	<b>0,76</b>	1.728	1.701	1.674	1.648	1.621	1.595	1.568	1.541	1.515	1.488	1.462
	<b>0,77</b>	1.758	1.731	1.704	1.677	1.650	1.623	1.596	1.569	1.542	1.515	1.488
	<b>0,78</b>	1.788	1.761	1.733	1.706	1.679	1.651	1.624	1.597	1.569	1.542	1.515
	<b>0,79</b>	1.818	1.790	1.763	1.735	1.707	1.680	1.652	1.624	1.597	1.569	1.541
	<b>0,80</b>	1.848	1.820	1.792	1.764	1.736	1.708	1.680	1.652	1.624	1.596	1.568
	<b>0,81</b>	1.878	1.850	1.821	1.793	1.765	1.736	1.708	1.680	1.651	1.623	1.595
	<b>0,82</b>	1.908	1.880	1.851	1.822	1.793	1.765	1.736	1.707	1.679	1.650	1.621
	<b>0,83</b>	1.938	1.909	1.880	1.851	1.822	1.793	1.764	1.735	1.706	1.677	1.648
	<b>0,84</b>	1.968	1.939	1.910	1.880	1.851	1.821	1.792	1.763	1.733	1.704	1.674
	<b>0,85</b>	1.999	1.969	1.939	1.909	1.880	1.850	1.820	1.790	1.761	1.731	1.701
	<b>0,86</b>	2.029	1.999	1.968	1.938	1.908	1.878	1.848	1.818	1.788	1.758	1.728
	<b>0,87</b>	2.059	2.028	1.998	1.967	1.937	1.906	1.876	1.846	1.815	1.785	1.754
	<b>0,88</b>	2.089	2.058	2.027	1.996	1.966	1.935	1.904	1.873	1.842	1.812	1.781
	<b>0,89</b>	2.119	2.088	2.057	2.025	1.994	1.963	1.932	1.901	1.870	1.839	1.807
	<b>0,90</b>	2.149	2.118	2.086	2.055	2.023	1.992	1.960	1.929	1.897	1.866	1.834
	<b>0,91</b>	2.179	2.147	2.115	2.084	2.052	2.020	1.988	1.956	1.924	1.892	1.861
	<b>0,92</b>	2.209	2.177	2.145	2.113	2.080	2.048	2.016	1.984	1.952	1.919	1.887
	<b>0,93</b>	2.239	2.207	2.174	2.142	2.109	2.077	2.044	2.011	1.979	1.946	1.914
<b>0,94</b>	2.269	2.237	2.204	2.171	2.138	2.105	2.072	2.039	2.006	1.973	1.940	
<b>0,95</b>	2.300	2.266	2.233	2.200	2.167	2.133	2.100	2.067	2.034	2.000	1.967	

e131.03.paràmetres.càlculs.comparació.rB-230920.xlsx

**Annex-05.** Concentració de  $\text{NH}_3$  en l'aire de procés

### Concentració de NH<sub>3</sub> en l'aire de procés

A fi i efecte de valorar la incidència dels cabals d'aire emprats en el procés d'assecatge solar sobre la concentració de NH<sub>3</sub> resultant en l'aire evacuat, s'ha calculat l'esmentada concentració en un rang ampla de cabals (100.000 – 650.000 m<sup>3</sup> aire/t H<sub>2</sub>O) i per a unes pèrdues de N d'entre el 2 i el 4%. La **Taula-01** mostra els resultats obtinguts. En l'esmentada taula s'han assenyalat les condicions que al nostre entendre fan innecessari un tractament ulterior de l'aire –més de 400.000 m<sup>3</sup> aire/t H<sub>2</sub>O i pèrdues inferiors al 3% de N-NH<sub>3</sub>.

**Taula-01.** Concentració NH<sub>3</sub> en aire (mg NH<sub>3</sub> m<sup>-3</sup>)

	Pèrdues N (0/1 s/ms)				
	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040
<b>100.000</b>	53,39	66,73	80,08	93,43	106,77
<b>150.000</b>	35,59	44,49	53,39	62,28	71,18
<b>200.000</b>	26,69	33,37	40,04	46,71	53,39
<b>250.000</b>	21,35	26,69	32,03	37,37	42,71
<b>300.000</b>	17,80	22,24	26,69	31,14	35,59
<b>350.000</b>	15,25	19,07	22,88	26,69	30,51
<b>400.000</b>	13,35	16,68	20,02	23,36	26,69
<b>450.000</b>	11,86	14,83	17,80	20,76	23,73
<b>500.000</b>	10,68	13,35	16,02	18,69	21,35
<b>550.000</b>	9,71	12,13	14,56	16,99	19,41
<b>600.000</b>	8,90	11,12	13,35	15,57	17,80
<b>650.000</b>	8,21	10,27	12,32	14,37	16,43

La **Taula-02** recull els càlculs de les concentracions de NH<sub>3</sub> esperades en l'aire de procés per a diferents cabals d'aire –entre 100.000 i 650.000 m<sup>3</sup> aire/t H<sub>2</sub>O- suposant pèrdues de matèria orgànica entre l'1 i el 8%.

D'acord amb les condicions simulades (C/N = 6), l'increment de la concentració de NH<sub>3</sub> en l'aire extret degut a variacions en la matèria orgànica degradada pot ser significatiu només si s'opera amb cabals d'aire continguts.

**Taula-02.** Concentració NH<sub>3</sub> en aire (mg NH<sub>3</sub> m<sup>-3</sup>)

	C/N=6	Pèrdues Matèria Orgànica							
		0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
<b>Cabal m<sup>3</sup>/t H<sub>2</sub>O</b>	<b>100.000</b>	2,22	4,45	6,67	8,90	11,12	13,35	15,57	17,80
	<b>150.000</b>	1,48	2,97	4,45	5,93	7,41	8,90	10,38	11,86
	<b>200.000</b>	1,11	2,22	3,34	4,45	5,56	6,67	7,79	8,90
	<b>250.000</b>	0,89	1,78	2,67	3,56	4,45	5,34	6,23	7,12
	<b>300.000</b>	0,74	1,48	2,22	2,97	3,71	4,45	5,19	5,93
	<b>350.000</b>	0,64	1,27	1,91	2,54	3,18	3,81	4,45	5,08
	<b>400.000</b>	0,56	1,11	1,67	2,22	2,78	3,34	3,89	4,45
	<b>450.000</b>	0,49	0,99	1,48	1,98	2,47	2,97	3,46	3,95
	<b>500.000</b>	0,44	0,89	1,33	1,78	2,22	2,67	3,11	3,56
	<b>550.000</b>	0,40	0,81	1,21	1,62	2,02	2,43	2,83	3,24
	<b>600.000</b>	0,37	0,74	1,11	1,48	1,85	2,22	2,60	2,97
	<b>650.000</b>	0,34	0,68	1,03	1,37	1,71	2,05	2,40	2,74