

ペルー国  
リマ上下水道公社 (SEDAPAL)

ペルー国  
リマ市における有機汚泥の乾燥処理  
技術を活用した  
再生燃料の製造に係る  
普及・実証事業  
業務完了報告書

2021年4月

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社アース・コーポレーション

民連
JR
21-011

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

## 目次

巻頭写真	i
略語表	iii
地図	v
図表番号	vi
案件概要	viii
要約	ix
第1 事業の背景	1
1 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認	1
(1) 事業実施国の政治・経済の概況	1
(2) 対象分野における開発課題	5
(3) 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度	11
(4) 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析	23
2 普及・実証を図る製品・技術の概要	29
第2 普及・実証事業の概要	34
1 事業の目的	34
2 期待される成果	35
3 事業の実施方法・作業工程	36
4 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）	40
5 事業実施体制	42
6 事業実施国政府機関の概要	43
第3 普及・実証事業の実績	45
1 活動項目毎の結果	45
2 事業目的の達成状況	79
3 開発課題解決の観点から見た貢献	89
4 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献	89
5 環境社会配慮	90
6 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について	104
7 今後の課題と対応策	105
第4 本事業実施後のビジネス展開計画	108
1 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定	108
(1) マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）	108
(2) ビジネス展開の仕組み	115
(3) 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール	118
(4) ビジネス展開可能性の評価	122

2	想定されるリスク及び対応	128
3	普及・実証において検討した事業化による開発効果	129
4	本事業から得られた教訓と提言	131
(1)	今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓	131
(2)	JICA や政府関係機関に向けた提言	132
別添:	処理費用削減効果の試算表のベースデータ	133
	添付資料	154

## 英文要約

別添:

- ・ 処理費用削減効果の試算表のベースデータ
- ・ Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias。 (大気環境基準)
- ・ 危険な残留物についての定義
- ・ 設置機材の運転及び維持管理マニュアル (スペイン語)
- ・ 設備点検表
- ・ 日報
- ・ リマ市商工会でのプレゼンテーション資料
- ・ 乾燥プラント配置図 (サンタクララ排水処理場)



## 巻頭写真



実証機材設置予定地での  
測定の様子



竣工式の様子



実証機材の全景



実証機材の調整の様子



リマ市商工会で実施した  
セミナーの様子



実証機材を用いた SEDAPAL 関係者向け  
セミナーの様子



乾燥処理の様子  
(投入口付近)



乾燥処理の様子  
(乾燥後)



乾燥前（左）の汚泥と乾燥後（右）の  
汚泥の比較



カウンターパート職員への  
技術指導の様子



機材メンテナンスについての  
指導の様子



SEDACUSUCO が運営する  
下水処理場の様子

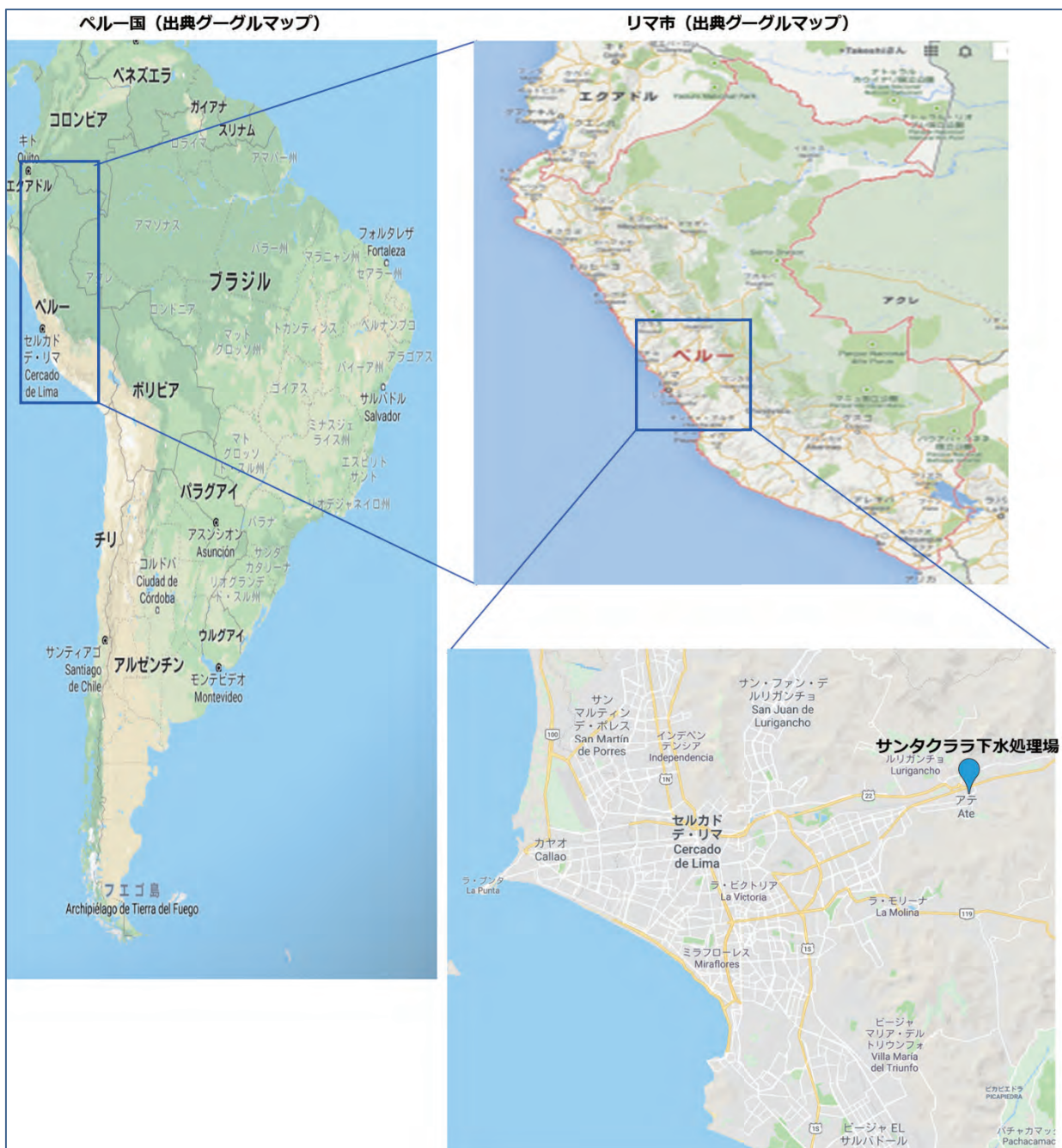
## 略語表

略語	正式名称	日本語訳
ANA	Autoridad Nacional del Agua	水資源庁
ANEPSSA	Asociación Nacional de Entidades Prestadores de Servicios de Saneamiento del Perú	上下水道公社協会
CCL	Cámara de Comercio de Lima	リマ市商工会議所
CEC	Commission of the European Communities	欧州共同体委員会
CEPLAN	Centro Nacional de Planeamiento Estratégico	国家戦略策定局
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
DIGESA	La Dirección General de Salud Ambiental	環境衛生総局
EPA	Economic Partnership Agreement	経済連携協定
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
IADB	Inter-American Development Bank	米州開発銀行
IEDEP	Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial	経済・企業関連機関
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil	市民防災庁
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática	国立統計情報研究所
IFC	International Finance Corporation	国際金融公社
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática	ペルー国家統計情報局
IGV	Impuesto General a las Ventas	付加価値税
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IWA	International Water Association	国際水協会
JV	Joint Venture	共同企業体
KFW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	ドイツ復興金融公庫
MINCETUR	Ministerio de Comercio Exterior y Turismo	外商観光省
MINAM	Ministerio de Ambiente	環境省

MINSA	Ministerio de Salud	保健省
MRE	Ministerio de Relaciones Exteriores	外務省
MVCS	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	住宅建設衛生省
OSINERGMIN	ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA	エネルギー鉱業投資監督庁
PMACC	Climate Change Mitigation Adaptación al Cambio and Adaptation Plans Climático	気候変動の緩和と適応計画
ProInversión	Agencia de Promoción de la Inversión Prido-Perú	ペルー民間投資促進庁
PNS	Plan Nacional de Saneamiento	国家衛生計画
SEDAPAL	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima	リマ上下水道公社
SENACE	Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles	持続的投資環境認証サービス局
SNI	Sociedad Nacional De Industrias	ペルー工業協会
WaCCliM	Water and Wastewater Companies for Climate Mitigation	ドイツ国際気候イニシアチブ



## 地図



(出典:Google Map)

リマ周辺には大小合わせて 20 か所程度の下水处理場がある。本普及・実証事業においてはカウンターパートからの要請によりサンタクララ下水処理場に実証機材を設置した。

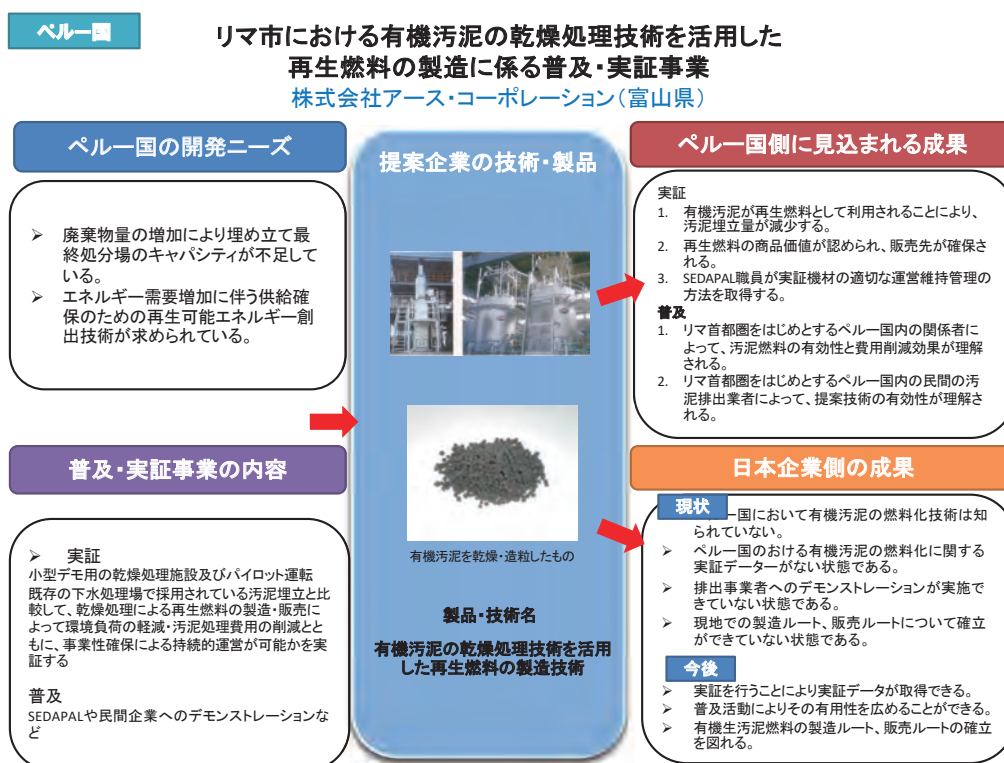
## 図表番号

図番号	内容	ページ
1	信用格付けに対する各機関の評価	2
2	中南米地域の主要国の実質 GDP 成長率の比較	3
3	公的債務 2000-2019 における南米諸国の比較	4
4	ペルーの貿易輸出相手国（地域別）の推移（%）	5
5	ペルー国内の下水道接続率	6
6	リマ市内での糞便廃棄物の処理の流れ	8
7	ペルーのエネルギーバランス	9
8	中南米地域の主要国の実質 GDP 成長率の比較	9
9	日米欧の天然ガスの価格の推移	10
10	ペルー国内の天然ガスの価格の推移	11
11	第 1278 条例第 5 補足条項の基本的考え方	17
12	化学毒性の基準	18
13	有機固形物を土壌に使用した際の管理と影響に関するパラメーター	19
14	課徴金についての計算式 1	21
15	課徴金についての計算式 2	21
16	課徴金についてのパラメーターの順位の定義 1	22
17	課徴金についての個別パラメーターの定義 2	22
18	GIZ のプロジェクト配布資料 1	28
19	GIZ のプロジェクト配布資料 2	28
20	普及・実証事業の概要図	29
21	乾燥機の構成図	31
22	作業工程計画	38
23	作業工程計画の詳細	39
24	業務従事者実績表-1	40
25	業務従事者実績表-2	41
26	事業実施体制図	42
27	処理費用及び運用コスト	65
28	設置機材の構造図	83
29	大型乾燥炉とデモプラントの比較	84
30	臭気測定および騒音測定場所	92
31	今後の GDP の推移予測	112
32	ペルーの人口の推移と今後の予測	112
33	ペルーの人口ピラミッド	113
34	リマ市と東京の比較	113
35	ペルーのガソリン小売価格	115
36	ビジネスモデル概要図	116
37	コンセプション・プロジェクト例 1	118
38	ビジネスモデルのイメージ図	121
39	経営課題分析（クロス SWOT 分析）	127

表番号	内容	ページ
1	2016年から2021年までの人口推移予測	7
2	国家衛生政策に関する目標と定量的な指標	13
3	国家衛生計画と他の国家計画との関係性及び関係省庁の役割	13
4	主な汚泥の活用についての法制度	16
5	ペルーの新排水基準について Annex 1	19
6	ペルーの新排水基準について Annex 2	20
7	ペルーにおける我が国の援助動向	23
8	ペルーにおける他機関の援助動向	25
9	乾燥機の性能	30
10	普及・実証事業での各社の役割	43
11	主な活動及び実績	45
12	第一回現地業務時の面談先と主な面談内容について	47
13	梱包機材明細	51
14	第二回現地業務時の面談先と主な面談内容について	52
15	参加者リスト	57
16	第三回現地業務時の面談先と主な面談内容について	61
17	法制度調査の主な面談先	63
18	本邦受入活動のスケジュールと主な成果	72
19	本邦受入活動における参加者のアンケート結果	74
20	リモートによる調査先と内容	78
21	サンタクララ下水処理場脱水汚泥乾燥物の燃料性能等の分析結果	80
22	ペルー国内最高条例（NO515-2017-VIVIENDA）の汚泥処理物の衛生パラメータ	80
23	サンタクララ下水処理場脱水汚泥乾燥物の有害性等の分析結果	81
24	60t/day 大型乾燥プラントにおける寄生虫及び大腸菌群の殺菌効果	83
25	乾燥汚泥の成分分析結果と日本の堆肥取締法及びペルーの汚泥利用時の規制値との比較	86
26	汚泥の成分分析結果 1	87
27	汚泥の成分分析結果 2	87
28	デモプラントによるコスト削減の試算	88
29	環境社会配慮に関連する法規制	91
30	臭気測定結果表	95
31	富山県が定める騒音の規制基準	95
32	騒音測定結果表	98
33	環境社会配慮チェックリスト、スコーピング、代替案	100
34	プラント設備の維持管理コスト	105
35	主な民間企業のニーズ	110
36	コンセッション案件内容	118
37	ビジネス展開のスケジュール	119
38	人材育成計画イメージ	122
39	ビジネスモデル1の収支計画	123

40	ビジネスモデル1の収支計画（ベストシナリオ）	124
41	ビジネスモデル2の収支計画	125
42	ビジネスモデル3の収支計画	126
43	マクロ環境分析（PEST分析）	128
44	主なリスク及び対応策	129
45	費用削減効果試算	131

## 案件概要





## 要約

I. 提案事業の概要	
案件名	<p>(和文) ペルー国リマ市における有機汚泥の乾燥処理技術を活用した再生燃料の製造に係る普及・実証事業</p> <p>(英文) Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Utilizaing Organic Sludge Drying Technologies to Manufacture Regenerated Fuel in Lima.</p>
事業実施地	ペルー共和国 リマ郡リマ市
相手国 政府関係機関	リマ上下水道公社 (SEDAPAL)
事業実施期間	2018年10月～2021年6月 (2年8ヵ月)
契約金額	99,387,000円 (税込)
事業の目的	<p>SEDAPAL の管轄する既存の下水処理場内に小型デモ用の乾燥処理施設 (日量1トンの脱水汚泥【含水率80%】を処理)を設置し、既存の下水処理場で採用されている汚泥埋立と比較して、乾燥処理による再生燃料の製造・販売によって環境負荷の軽減・汚泥処理費用の削減とともに、事業性確保による持続的運営が可能かを実証し、普及に向けての事業モデルを検討する。</p> <p>指標：汚泥燃料の販売価格を3～3.5円/kgとして販売先候補の企業 (セメント会社等)との連携枠組みについて、具体的に提示される。</p>
事業の実施方針	<p>基本方針 (実証事業)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①汚泥の成分分析を行う。</li> <li>②本提案の汚泥乾燥装置の設備導入を行う。また費用削減効果を計測する。</li> <li>③現地での汚泥乾燥装置の安定的な稼働を確認する。</li> <li>④汚泥燃料の成分分析を行う。セメント会社などのボイラーへの影響を確認する。</li> <li>⑤民間汚泥排出事業者の汚泥処理、成分分析などを実施する。</li> </ol> <p>(普及活動)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① SEDAPAL 職員に対して作業マニュアルを作成し、メンテナンス方法を指導することによりキャパシティ・デベロップメントを図る。</li> </ol>

	<p>②乾燥汚泥の利用及び汚泥の処理技術に関するセミナーを開き、汚泥燃料の有効性と費用削減効果に関して、セミナーを通じて紹介する。</p> <p>③民間汚泥排出事業者に対し、成分分析結果、費用削減効果などを提示し、提案法人の技術の活用について普及する。</p> <p>実施方法</p> <p>① SEDAPAL 施設内に設置する汚泥乾燥装置を日本国内において製作を行う。</p> <p>②使用する機材の輸出入に関する諸手続きを行う。(40 フィートコンテナ1個での海上輸送を予定している。輸送及び関税手続きは日本通運を含め大手輸送会社を予定している)</p> <p>③製作された汚泥乾燥装置をリマ市へ輸送する。</p> <p>④到着した汚泥乾燥装置を派遣した日本人技術者及び現地製造会社が組み立て、据付を行い、パイロット試験まで行う。</p>
実績	<p>(1)活動項目</p> <p>① 第一回目現地業務を実施。 カウンターパートとの事前折衝、ほか複数の企業と面談し市場調査を実施。(2018年11月)</p> <p>② 実証プラントの入札、機材発注及び製作(2018年11月)</p> <p>③ プラント完成(2018年11月)</p> <p>④ ペルーに向けて出荷準備など。 ・E社との建設工事請負契約の締結などを実施。 ・現地調査で収集した情報のとりまとめや文献調査を実施。 (2018年11月～2019年1月)</p> <p>⑤ 現地法制度や規制に関する及び環境アセスメント等の文献調査。関税手続き、輸送手続きなど実施。(2018年12月～2019年1月)</p> <p>⑥ 日本からペルーへの海上輸送 1月12日カヤオ港着。 通関を経てサンタクララ下水処理場に機材移動。(2018年12月～2019年1月)</p> <p>⑦第二回目現地業務を実施。 ・ 設置工事を実施。 ・ 稼動確認、竣工式を実施。 ・ リマ市商工会会員企業向けに機材設置の報告と提案事業についてセミナーを実施。</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ANEPSSA PERU（ペルー上下水道公社 50 社が加盟する協会）への事業説明を実施。</li> </ul> <p>セメント会社などと汚泥燃料の受け入れを協議。その他民間企業を訪問。（2019 年 1 月）</p> <p>⑧第三回目現地業務を実施</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実証プラントの運転テスト及び微調整。 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 実証プラントの機材配置の変更</li> <li>➤ 汚泥処理の開始</li> </ul> </li> </ul> <p>カウンターパート技術者への運転指導、現場ワークショップを開催（2019 年 4 月～2019 年 5 月）</p> <p>⑨第四回目現地業務を実施</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ リマ市商工会環境部会にて提案事業の説明を行う。</li> <li>・ 法制度調査などを実施：投資促進庁、住宅建設衛生省、リマ市役所、水資源庁、環境省など。</li> <li>・ カウンターパート技術者への運転指導を実施。（継続）</li> <li>・ リマ市商工会会員企業向けセミナーを開催。</li> <li>・ 民間企業の汚泥の受け入れを実施。（2019 年 7 月）</li> </ul> <p>⑩第五回目現地業務を実施（2019 年 10 月～2019 年 11 月）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ カウンターパート技術者へのメンテナンス方法の指導</li> <li>・ サンタクララ処理場にて 6 回の研修（2～3 名/回）を実施</li> <li>・ SEDACUSCO が運営する下水処理場視察</li> <li>・ 汚泥乾燥の燃料化について協議などを実施</li> </ul> <p>⑪本邦受入活動実施（2019 年 12 月）</p> <p>実スケールの乾燥処理の運転管理業務の習得、廃棄物処理に係る法令や技術の学習のために、2019 年 12 月 1 日～12 月 8 日に渡り、SEDAPAL 職員 3 名（及び現地商社 P 社から 1 名自費参加）に対して本邦受入活動を実施した。</p> <p>⑫第六回目現地業務（2020 年 3 月）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ SEDAPAL 及び JICA と成果報告会および譲与式実施方針及びミニッツの内容確認を実施した。</li> <li>・ リマ市商工会、住宅建設衛生省、外務省などに進捗を報告した。</li> <li>・ サンタクララ処理場にて試運転およびメンテナンス作業を実施した。（設置機材の運転及び維持管理マニュアル（別添）に基づき指導を複数回実施した。）</li> </ul>
--	---

第七回目現地業務（機材整備を予定）を予定していたが、COVID-19 感染拡大により延期（2020年6月）

その後契約変更を行い、履行期間を2021年6月21日までとした。

⑬外部備人を活用し、日本からのリモートによる調査活動を実施。また、現地備人によりカウンターパート技術者への指導を実施。

### (2) カウンターパートとの協議状況及び普及活動

実証機の稼働方法やメンテナンス方法について、研修会を複数回実施した。操作方法やメンテナンスについてはマニュアルも提供し、技術移転を行なった。実証結果を用いたセミナーを SEDAPAL 職員に実施するだけでなく、他の上下水道公社や、ペルー工業会 (SNI) 会員企業などにも行なった。汚泥処理による燃料などへの活用や、埋立処分に関するコスト削減などについて、具体的な数値を提示したことで提案事業についての信頼性が大きく高まった。さらに、本邦受入活動により日本における排水規制と汚泥処理の重要性について学ぶ機会を提供した。それらのアンケート結果も良好であり、今後さらなるビジネス展開が期待できる。SEDAPAL の運営する下水処理場への提案事業の導入については引き続き交渉を行いたいと考えている。現時点においては、民間企業への引き合いかも多いため、ビジネス展開としては、まずは次のような計画を進める予定である。

### (3) ビジネス展開計画

SEDAPAL、ペルー投資促進庁と今後のコンセッションについての協議を行うとともに、現地視察の要望があった SEDACUSCO を訪問した。その結果、カウンターパートと同様に提案事業者の技術による汚泥処理についての強いニーズが確認できた。またセメント会社、煉瓦製造会社などと乾燥汚泥の受け入れを協議した。更に、汚泥が大量に発生する製紙会社や飲料会社などの民間企業を訪問し、汚泥処理のニーズのヒアリングなどを実施した。これらを鑑みて、次の3つのビジネスモデルを想定している。

	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="528 365 823 365">ビジネスモデル</th> <th data-bbox="823 365 1396 365">内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="528 365 823 696"> <p>ビジネスモデル 1: 民間企業への機材選定から運用までのアドバイザー業務</p> </td> <td data-bbox="823 365 1396 696"> <p>本事業実施中に、多くの民間企業から汚泥の減容化及び汚泥の燃料としての活用について強いニーズがあることが確認できた。これら民間企業への生産工程の見直し、適切な機材選定及びその運用について2年程度のアドバイザー業務を行うことを想定している。</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="528 696 823 1032"> <p>ビジネスモデル 2: 事業者の資金で設備を設置し上下水道公社及び民間から汚泥処理を受託するモデル</p> </td> <td data-bbox="823 696 1396 1032"> <p>事業者が出資し設立した現地合弁会社にて汚泥乾燥処理施設を建設し SEDAPAL からの業務委託で汚泥の乾燥処理を行い、その処理費を受け取る。また、民間企業から排出される汚泥の処理事業を実施する。製造された燃料は合弁会社が販売する。</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="528 1032 823 1563"> <p>ビジネスモデル 3: SEDAPAL (もしくは他の上下水道公社) からの汚泥処理についての施設運営に関する業務委託</p> </td> <td data-bbox="823 1032 1396 1563"> <p>SEDAPAL が本事業案の有効性を認め、自らの資金もしくは ODA 予算や他のドナーの資金を活用して汚泥処理施設を建設する。この場合は、提案法人は施設の運営管理 (汚泥処理施設の運転 (汚泥の処理、資材、人員調達)、等の維持管理業務) を SEDAPAL から受託することを想定している。この場合は、国際競争入札になるため、SEDAPAL 及びペルー投資促進庁と条件等を確認しながら進める。</p> </td> </tr> </tbody> </table>	ビジネスモデル	内容	<p>ビジネスモデル 1: 民間企業への機材選定から運用までのアドバイザー業務</p>	<p>本事業実施中に、多くの民間企業から汚泥の減容化及び汚泥の燃料としての活用について強いニーズがあることが確認できた。これら民間企業への生産工程の見直し、適切な機材選定及びその運用について2年程度のアドバイザー業務を行うことを想定している。</p>	<p>ビジネスモデル 2: 事業者の資金で設備を設置し上下水道公社及び民間から汚泥処理を受託するモデル</p>	<p>事業者が出資し設立した現地合弁会社にて汚泥乾燥処理施設を建設し SEDAPAL からの業務委託で汚泥の乾燥処理を行い、その処理費を受け取る。また、民間企業から排出される汚泥の処理事業を実施する。製造された燃料は合弁会社が販売する。</p>	<p>ビジネスモデル 3: SEDAPAL (もしくは他の上下水道公社) からの汚泥処理についての施設運営に関する業務委託</p>	<p>SEDAPAL が本事業案の有効性を認め、自らの資金もしくは ODA 予算や他のドナーの資金を活用して汚泥処理施設を建設する。この場合は、提案法人は施設の運営管理 (汚泥処理施設の運転 (汚泥の処理、資材、人員調達)、等の維持管理業務) を SEDAPAL から受託することを想定している。この場合は、国際競争入札になるため、SEDAPAL 及びペルー投資促進庁と条件等を確認しながら進める。</p>
ビジネスモデル	内容								
<p>ビジネスモデル 1: 民間企業への機材選定から運用までのアドバイザー業務</p>	<p>本事業実施中に、多くの民間企業から汚泥の減容化及び汚泥の燃料としての活用について強いニーズがあることが確認できた。これら民間企業への生産工程の見直し、適切な機材選定及びその運用について2年程度のアドバイザー業務を行うことを想定している。</p>								
<p>ビジネスモデル 2: 事業者の資金で設備を設置し上下水道公社及び民間から汚泥処理を受託するモデル</p>	<p>事業者が出資し設立した現地合弁会社にて汚泥乾燥処理施設を建設し SEDAPAL からの業務委託で汚泥の乾燥処理を行い、その処理費を受け取る。また、民間企業から排出される汚泥の処理事業を実施する。製造された燃料は合弁会社が販売する。</p>								
<p>ビジネスモデル 3: SEDAPAL (もしくは他の上下水道公社) からの汚泥処理についての施設運営に関する業務委託</p>	<p>SEDAPAL が本事業案の有効性を認め、自らの資金もしくは ODA 予算や他のドナーの資金を活用して汚泥処理施設を建設する。この場合は、提案法人は施設の運営管理 (汚泥処理施設の運転 (汚泥の処理、資材、人員調達)、等の維持管理業務) を SEDAPAL から受託することを想定している。この場合は、国際競争入札になるため、SEDAPAL 及びペルー投資促進庁と条件等を確認しながら進める。</p>								
<p>ビジネス展開時の課題</p>	<p>提案事業者の技術を生かした、汚泥処理のビジネス展開として、ペルーは適地であると考えている。その背景としては、排水基準の変更を行い、多くの企業がその対応に迫られていることが挙げられる。さらに、ペルーにおいては、競合する大手事業者が存在していないことが挙げられる。そのため、民間企業への導入については実現する可能性は高いと考えている。一方で、上下水道公社への提案事業の導入については、初期投資額が高額になるため、提案事業者単体での実施には工夫が求められる。さらに、</p>								

国際競争入札への参加が求められる見通しであるため、実現できるかどうかについては、未知数の部分が残ってしまう。

また、現地での汚泥の成分分析を行なった結果、以下のことが判明した。

**【技術的な課題】**

①殺虫及び殺菌効果について

乾燥処理による寄生虫の殺虫と大腸菌群の殺菌効果を評価した結果、寄生虫の卵が検出されており、乾燥プラントによる処理では十分な殺虫及び殺菌効果を得ることができなかった。

②成分について

カドミウム及び鉛の含有量が日本の汚泥よりも含有量が多い。燃料としての使用についての制限はないが、排ガス処理を行わなければ、排ガスの基準値を超えてしまう可能性がある。これを防ぐためには、原料となる汚泥（その先の排水）を分析し、その発生源を制御する対策が必要となる。

**【技術的な課題への対応について】**

再利用を進めるうえでは、2つの課題について、乾燥方式の改善を図ること、カドミウム及び鉛の発生源の特定と改善により流入水への汚染を抑制することができれば、汚泥の処理物が有効利用できると思われる。それを除いた場合、燃料及び肥料性能は活用可能な水準であると評価できる。

**【その他の課題】**

ペルーにおいては天然ガスの価格が政策的に比較的安価に抑えられている。また、本調査で明らかになったことは、日本における乾燥汚泥(4,000kcal/kg)と比べて熱量が低い(2,300~2,800kcal/kg)ことである。燃料としての使用は可能ではあるが、熱量が低い分は、販売価格も抑えられることに繋がる。大型の乾燥炉を導入すれば含水率を5%まで低下させること(カロリーでは3,200~3,500kcal/kg)が可能と推測されるが、この点は採算性分析においては大きく影響する点である。大型の乾燥炉を導入することによる設備投資額の増加と、売り上げの見通しを精査の上導入機材の選定を行う必要がある。また成分配合や、販売先を精査して、煉瓦製造会社などの補助材料としての販売などの促進を目指す。

事業後の展開	<p>(1)第 1 ステージ:ビジネスモデル 1 の実施</p> <p>既に複数の民間企業から機材調達、乾燥汚泥の調達についての強い引き合いがきている。既に飲料水を取り扱っている廃棄物処理事業者からは、40m<sup>3</sup>/日の排水処理を行う機材の発注を今年度末に行うことを真剣に検討している状態である。機材の価格は6,000万円（輸送費、設置費など含まず）である。提案事業者が、機材選定、販売、設置から運用の指導までを2年程度の時間を掛けて行う予定である。COVID-19 感染拡大により、購入判断の時期は若干遅れる可能性が高いが、導入に向けて現地と頻繁に連携をとっている状況である。また、煉瓦製造会社からは、原料となる粘土に添加する補助材料としての活用を検討している。既に当該会社は乾燥汚泥の評価を実施済みであり、煉瓦を焼成する際に、周りからの熱だけでなく、乾燥汚泥のもつ発熱量により内部からエネルギーを加えることで加熱時間が短くなる効果を高く評価している。更に、現地大手セメント会社からは、助燃剤としての活用を検討している。現在、COVID-19 感染拡大の影響により、当該セメント会社の研究所での評価は実施できていない状況であるが、今後も交渉を続ける予定である。汚泥が大量に発生する民間企業は、製紙会社や飲料会社が想定される。これらの民間企業とは実証結果や乾燥汚泥のサンプルを用いて複数回面談を行った。特に製紙会社は、パルプ製造時に発生する汚泥を、脱水して埋立処分している。この処理費用が膨大であることと、エネルギーとしての活用についてその可能性を模索している状態である。乾燥汚泥製造を行うための機材選定及び機材の運営について、提案事業者に委託できないかという相談を受けている状態である。今後諸条件を確認しながら、協議を行う予定である。</p> <p>ビジネス展開の第一歩として、まずは民間を対象としたビジネスモデル 1 を2年程度実施することを想定している。</p> <p>(2)第 2 ステージ:ビジネスモデル 2 もしくはビジネスモデル 3 の実施</p> <p>ビジネスモデル 2 においては、事業者が出資し設立した現地合弁会社にて汚泥乾燥処理施設を建設し、SEDAPAL からの業務委託で汚泥の乾燥処理を行い、その処理費を受け取る。SEDAPAL への実証結果を用いた普及活動の結果、汚泥のエネルギーとして活用についての強いニーズが再確認できた。用途として</p>
--------	--



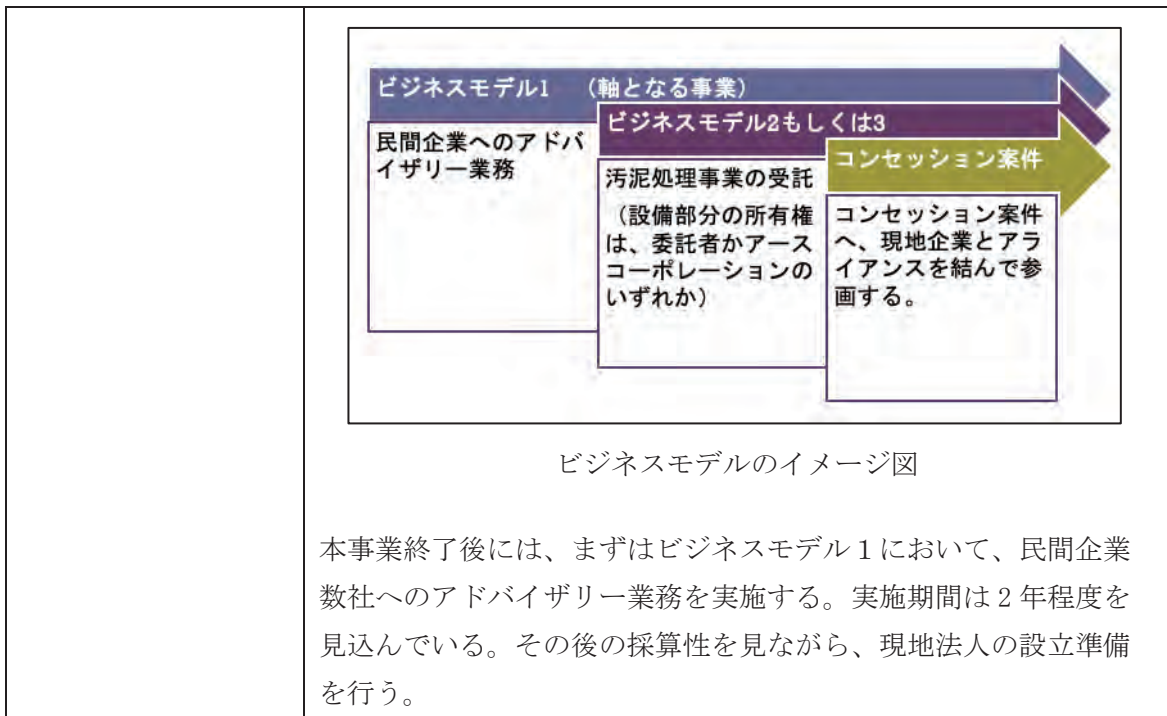
は、膨大な電力を賄うための自家消費を想定しているものの、外部への汚泥燃料としての販売についても視野に入れていることが確認できた。また、セダクスコが運営する下水処理場を訪問するとともに、汚泥の活用について同様のニーズが確認できた。セダクスコは GIZ の支援によりバイオガスの抽出及び発電設備の導入は決まっている。しかし乾燥汚泥による発電方法についても、バイオガス方式よりも設備投資が軽微であることと、処理費用が軽減できることに強い関心を示している。しかしながら、国際競争入札が想定されるとともに、多額の投資資金を必要とする。提案事業者の事業規模から勘案するに、単独での実施ができるかは、今後 SEDAPAL との協議を続けないと判断できない。

ビジネスモデル 3 においては、SEDAPAL 自らの資金もしくは、ドナーの資金を活用するため、提案事業者の資金的な負担は大幅に軽減される。SEDAPAL との協議では、自らの資金を活用する予算化は検討できるが、入札になることと予算化までには相当の長時間を必要とするとの回答であった。寧ろ、SEDAPAL としては、日本もしくは他のドナーからの資金的な支援を期待したいとのことであった。これらの状況を鑑みると、ビジネス展開を早期に実現するためには、まずは、民間企業への導入を第 1 ステージにて行い、その有効性を広く広めながら、SEDAPAL や他の上下水道公社との連携を模索しながら第 2 ステージを目指すことが現実的であると判断した。

(3) 第 3 ステージ: リマ市における成功モデルによりペルー全域への普及を目指し、水平展開する。

ペルー投資促進庁が入札を行っている、コンセッション案件へ他の企業とともに参画することを想定している。大規模案件が多いことと、下水処理場全体の運営に関わるプロジェクトが多いため、提案事業者単独での入札は困難である。第 1 ステージで現地でのネットワークを深め、パートナー企業の選定を行いながら、機会があれば、下水処理場の中での汚泥処理に関する事業を提案事業者が受託することを想定している。





<b>II. 提案企業の概要</b>	
企業名	株式会社アース・コーポレーション
企業所在地	富山県富山市
設立年月日	1998年3月
業種	産業廃棄物処理
主要事業・製品	産業廃棄物中間再生処理 リサイクル製品・製造販売 一般廃棄物・産業廃棄物収集運搬
資本金	3,400万円 (2019年6月時点)
売上高	11億円 (2019年3月)
従業員数	43名

# 第1 事業の背景

## 1 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

### (1) 事業実施国の政治・経済の概況

#### (1)-1 政治概況

2016年の大統領選により政党「Peruanos Por el Cambio(PPK:変革のためのペルー)」を率いるクチンスキー政権が発足し、同年8月にはサバラ内閣が信任された。しかしながら同政党は国会での議席数が130議席のうち17議席しかなく、過半数の議席を有する人民勢力党や第2党である「正義・生活・自由のための拡大戦線」と今後如何に合意形成を進めるかが課題として挙げられた。

クチンスキー政権は、長期政権となることなく2018年3月23日、汚職疑惑により退陣することを余儀なくされ、マルティン・ビスカラ第1副大統領が昇格し政権がスタートした。任期は2018年3月から2021年7月である。ビスカラ大統領の専門は土木施工技師であり、モケグア州知事を2011年1月から2014年12月まで務めた後、第一副大統領や運輸通信大臣を務めた。所属政党はPPKである。ビスカラ大統領は4月に行われた就任演説で、全閣僚交代を伴う新規組閣を行う意向を示した。さらに、「汚職との闘い、制度機構の再建、公正な成長、持続可能なインフラ建設、保健衛生の改善、雇用創出、治安の改善、教育」を政策の柱とする「ペルー・ファースト (Peru primero)」を実施することを表明した。

ビスカラ大統領は、現状の政治的混乱を収束させることが先決であると考えている。前首相時代から少数与党のクチンスキー氏とフジモリ元大統領の長女であるケイコ・フジモリ議員が率いる野党の対立が深刻化し、政治の空転が未だ続いており、政治的混乱を抜け出すには時間がかかると目されている。

2018年5月にビヤヌエバ内閣が国会で信任され内閣が正式に発足した。ビヤヌエバ首相は、無駄な政府歳出のカットと租税負担率の向上を掲げている。(租税負担率をGDP比で現行の2.4%から2021年までに15.3%に上昇させる) また、経済成長率を2.5%から5%に、民間投資成長率を0.3%から8%にすることを目指すとしている。さらに2021年までに計1,800億ソール(約550億ドル)を全国での公共投資に振り向けること、民間投資成長率を8%に引き上げることなどの目標を掲げている。関連する分野では、上下水道普及率を農村部で85%、都市部で100%とするために、40億ソール(約12.2億ドル)を投資するとしている。一方で、選択消費税(ISC)の税率見直しを発表した。ISCの税率見直しの範囲は新品及び中古の自動車、砂糖入り飲料、タバコ、アルコール飲料、燃料に及んでいる。自動車販売、輸送業者や飲料業等のセクターからは反発の声が上がっており一部では抗議活動に発展している。<sup>1</sup>ペルーでは、銅価格の上昇で経済は回復基調にあると目されているが、政治の空転が長引けば経済にとってリスク要因となり得ると考えら

<sup>1</sup> <https://www.nikkei.com/article/DGXMZ028204580W8A310C1000000/>

れる。2019年8月にビスカラ大統領は2021年の総選挙の前倒し法案を発表した。これは自身ならびに国会議員の任期を1年短縮する内容である。特に国会議員の犯罪免責規定についてかねてより改正の動きがあったが、この法案が議会で承認された場合には、国民投票でその改正を実施する予定であった。野党からは大統領の退陣を求める意見が高まる中、9月30日には自らが促進する汚職対策に後ろ向きな野党への対抗策として、国会の解散を宣言した。しかし野党側は反発し、大統領職の停止を可決しアラオス副大統領を暫定大統領に就任させるなどしたが、翌日に撤回するなど政治的混乱が続いていた。2020年11月には汚職疑惑でビスカラ大統領の罷免を可決し、11月10日にメリノ国会議長が大統領に就任した。しかし、同氏に対する抗議デモの弾圧をめぐって、デモ参加者のみならず議員からも辞任要求が高まったことを受けて、わずか5日で辞任に追い込まれた。17日にはサガスティ大統領が就任した。1週間で3人目の大統領が誕生したことになる。サガスティ大統領は、2021年4月に総選挙を実施することを掲げており、政治情勢の混乱が続いている。

#### (1)-2 経済概況

2009年から2018年の過去10年間には平均年間経済成長率4.41%(GDP成長率：2019年ペルー中央準備銀行及び国家統計情報庁調べ)を記録している。世界銀行は、ペルーを高中所得国と格付けし、スタンダード・アンド・プアーズや、ムーディーズもチリと同様にペルーに対する信用格付けを引き上げている。さらに下図は、上から順にチリ、ペルー、メキシコ、コロンビア、ブラジル、アルゼンチンの各信用格付けに対する各機関の評価を指している。図1よりペルーではほかの南米諸国に比べて信用度格付けに関して高評価(2021年2月時点)を受けていることが確認される。(投資適格格付けとは、Moody'sではBaa3以上、S&PではBBB-以上、FitchではBBB-以上である。ペルーはいずれの格付け機関からの投資適格格付けを取得している)

国名	Moody's	S&P	Fitch
チリ	A1	AA-	A-
ペルー	A3	A-	BBB+
メキシコ	Baa1	BBB+	BBB+
コロンビア	Baa2	BBB	BBB-
ブラジル	Ba2	BB-	BB-
アルゼンチン	Ca	CCC+	CCC

図1:信用格付けに対する各機関の評価

出典：各格付け機関資料に基づき提案法人作成

さらに、スタンダード・アンド・プアーズの外貨建て長期格付け<sup>2</sup>は A-安定的、短期格付けは A-2 安定的であり、中南米地域の中ではペルーの経済成長率は高い方に分類される。

隣国チリにおける、世界最大の銅埋蔵量や低インフレ率、新自由主義に基づく規制撤廃、財政健全化などの背景に基づく急成長率には及ばないものの、1990年のハイパーインフレ後に導入された自由主義的マクロ経済路線は広く定着し、対外債務の減少、国庫収入や外貨準備高の増加等、経済基盤は近年の顕著な成長が反映され内需が旺盛となっている。

中南米地域の実質 GDP 成長率の比較は以下の通りである。（測定値は国際通貨基金：IMF 予測）

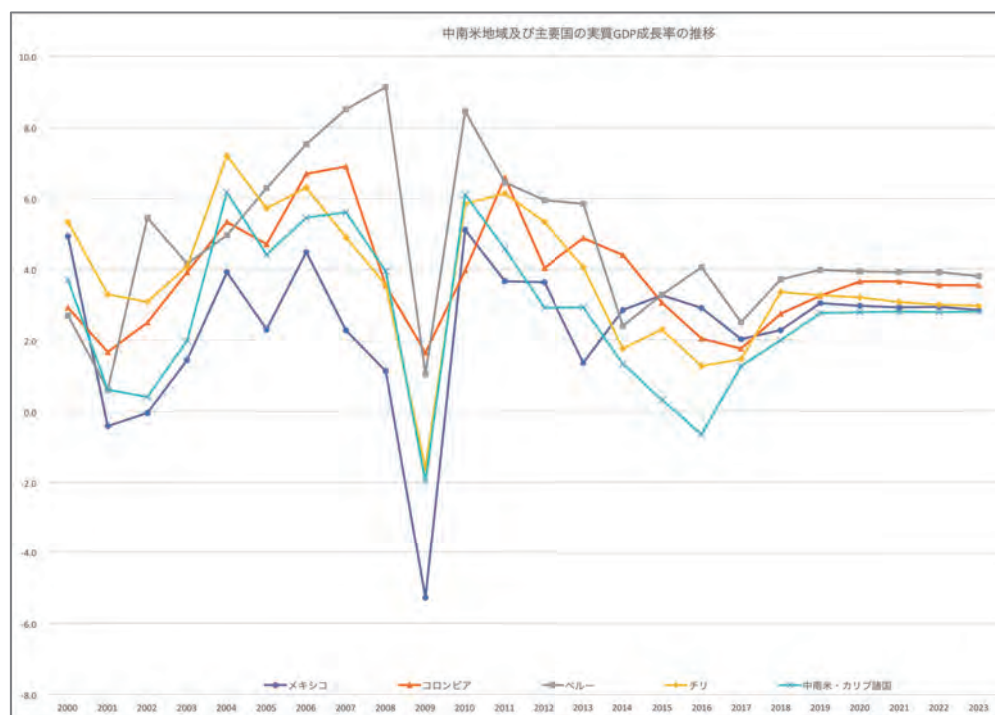


図 2: 中南米地域の主要国の実質 GDP 成長率の比較

出典：IMF データベースに基づき提案法人作成

<sup>2</sup>

[https://www.standardandpoors.com/ja\\_JP/delegate/getPDF;jsessionid=38DB3449496BD7E65EF29F0D93B3C8DF?articleId=2228186&type=COMMENTS&subType=REGULATORY](https://www.standardandpoors.com/ja_JP/delegate/getPDF;jsessionid=38DB3449496BD7E65EF29F0D93B3C8DF?articleId=2228186&type=COMMENTS&subType=REGULATORY)

特に顕著であるのが、<sup>3</sup>公的債務 2000-2019 における南米諸国の比較をした際、他の南米諸国では一国の GDP 全体に占める公共債務の割合が増加している一方で、ペルーは 15 年間で減少している。また、GDP 比の数値でもチリに次ぐ 2 番目の低水準であり、マクロ経済の堅調さを示している。

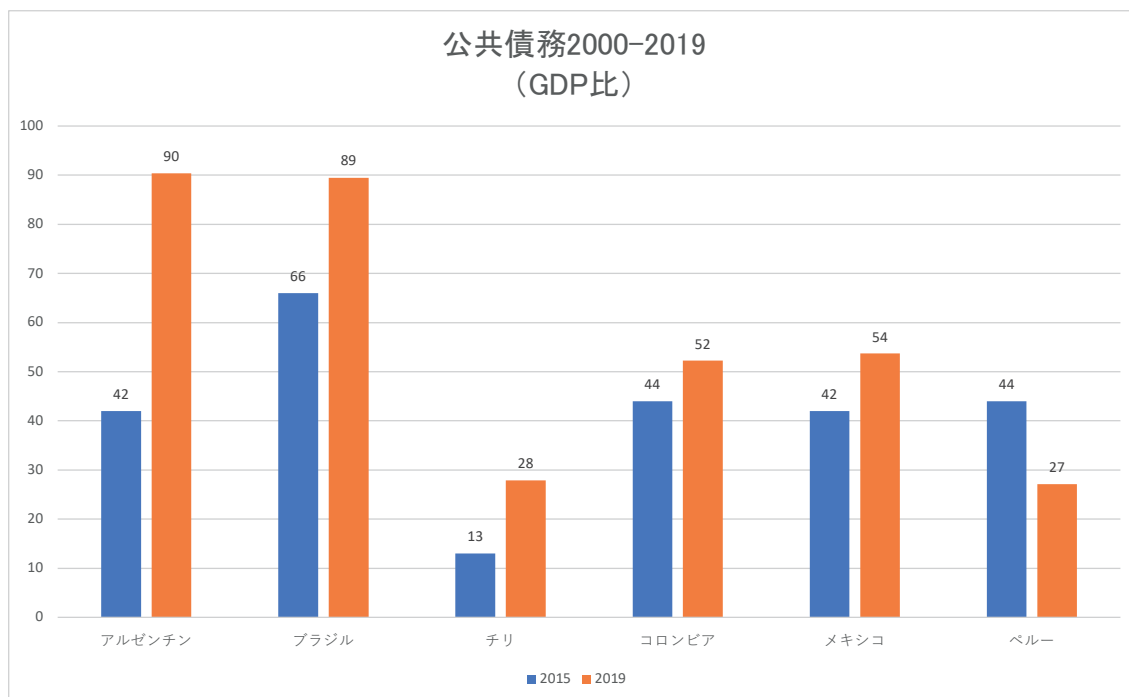


図 3: 公的債務 2000-2019 における南米諸国の比較

出典：IMF データに基づき提案法人作成

戦後から 1980 年代前半にかけては、堅調に GDP を伸ばしていった一方で、累積債務の増大によって国際通貨基金(IMF)と世銀において構造調整融資が開始された。ペルーでも多かれ少なかれ、構造調整プログラムの影響を受けることになり一時経済成長がマイナス成長になったと考えられる。しかし、1990 年代以降は構造調整プログラムの影響が緩和され、2015 年に至るまで確実に経済成長を伸ばしてきた。

貿易協定については、天然資源の輸出拡大と経済効果の増加を目指し、最大の貿易相手国である米国と自由貿易協定 (Free Trade Agreement: FTA)を締結した。更に、チリ、カナダ、シンガポール、中国、欧州自由貿易連合 (European Free Trade Association: EFTA)、韓国、メキシコ 及びパナマと FTA を締結している。また、日本との間では経済連携協定 (Economic Partnership Agreement: EPA)を締結している。なお、ペルーは中南米ではメキシコ、チリと共に環太平洋パートナーシップ(Trans-Pacific Partnership: TPP)協定にも参加して

<sup>3</sup> 債務残高対 GDP 比は、一国がこれ以上負債を増やすことなく、どの程度の返済能力があるかを示すものである。基本的に比率は低ければ低いほど良いと目されている。

いる。下図によると、1995年から2012年まで、主にヨーロッパ諸国へ貿易輸出が活発に行われてきたが、2013以降では、東アジア・大洋州との輸出率が上回るようになってきた。その要因としては中国との貿易量が増大したと目される。

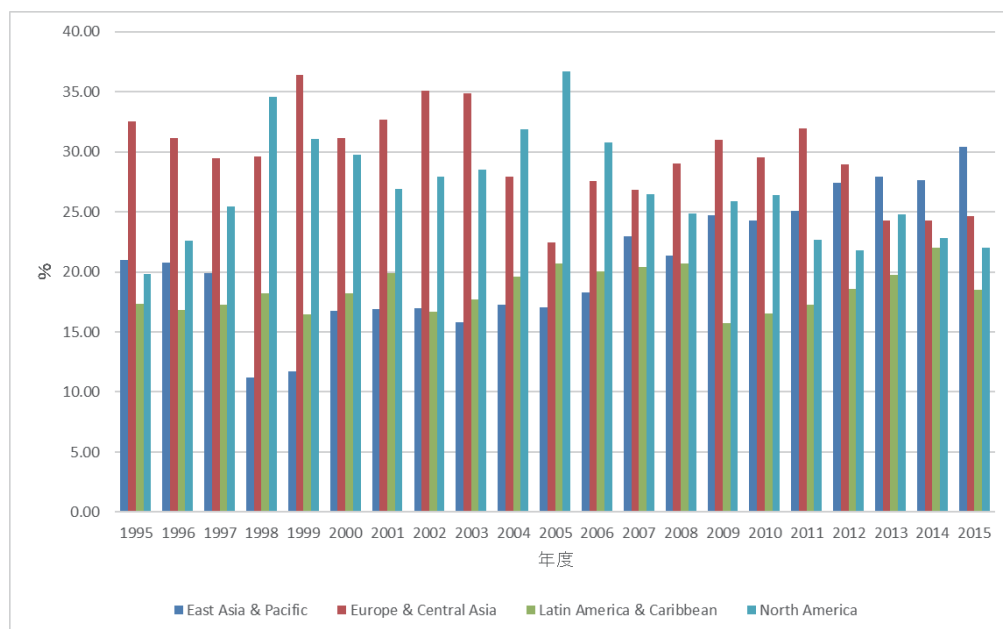


図 4:ペルーの貿易輸出相手国（地域別）の推移（%）

出典:<sup>4</sup>WITS に基づき提案法人作成

近年の経済成長に伴い、<sup>5</sup>貧困率は 2000 年の 29.9%から、2017 年には 5.3%にまで減少した。上記の通り、依然として所得格差は高い状態ではあるが、経済成長が期待できる点と、インフレの抑制及び豊富な鉱物資源を背景とした潤沢な外貨準備高がある。かかる状況下で現政権は、歴代政権の自由経済政策を踏襲しつつ、税制改革や正規納税者の拡大、行政手続きの簡素化等を進め、更なる財政健全化と経済成長の両立を目指している。

## (2)対象分野における開発課題

### (2)-1 下水汚泥の課題

ペルー政府は、貧困対策の一環として、給水・衛生事業を重視しており、上下水道供給サービスを受けていない農村・小都市部においては、SEDAPAL(リマ上下水道公社)主導により給水・衛生事業の推進を図ってきた。国家衛生計画 2017-2021 では、上下水道の施設改善と拡張を行い、2021 年までに 100%の住民に安全な水や下水道施設へのアクセスを

<sup>4</sup><https://wits.worldbank.org/CountryProfile/en/Country/PER/StartYear/1992/EndYear/2015/TradeFlow/Export/Partner/ALL/Indicator/XPRT-PRTR-SHR#>

<sup>5</sup> 世界銀行調べ。1 日あたりの収入が 3.10US ドル以下であることが貧困の定義である  
<http://povertydata.worldbank.org/poverty/country/PER>



提供することを目標とし、水道公社のサービスを受けていない農村・小都市部においては国立水道局（ANA）の主導により、給水・衛生事業の推進を図っている。

国家衛生計画の進捗状況であるが、COVID-19の感染拡大の影響もあり、2021年予測値の30%程度にとどまるとみられる。（ANAへのヒアリングによる）

経済・企業関連機関（IEDEP）は、国立統計情報研究所（INEI）が提供する情報をもとに、2021年までの目標の進捗状況を評価した。その結果、以下のことが判明した。

(i) 公共ネットワークを通じた水道サービスへのアクセスは、都市人口の100%、農村部の84.6%に達するべきである。しかし、現時点での割合はそれぞれ94.5%、77%にとどまっている。

(ii) 排泄物の衛生的処理のための技術的選択肢へのアクセスは、都市部では人口の100%、農村部では70%に達するべきである。しかし、進捗率は91.8%、22.6%にとどまっている。

(iii) 都市部及び農村部の100%及び75%が許容塩素レベルの水を有するべきだが、国レベルでは、この基準の水を利用できるのは人口の38.6%に過ぎない。

国家衛生計画2017-2021では、このセクターにおける主な投資問題は地方自治体に見られるとしており、運営や維持管理のためのプロジェクトを適時に実施していないとしている。実際PPPでのプロジェクトは、2017年から2020年の間に実施された「Titicaca Lake Basin Wastewater Treatment System（チチカカ湖流域排水処理システム）」の1件（8億6,300万ソーレス）のみであり、衛生分野でのプロジェクト数は減少している。

ペルーの下水道事業は、上水道事業とともに郡または区の管轄であり、その管理運営は、水道公社が担っている。財政的な制約や人材不足により整備が遅れているものの、国際機関の支援を受けることによって、年々下水道接続率は改善している。一方で、なおも国民の2割弱が下水道サービスを受けていない現状が続いている。

種類	水道公社		下水道接続率			対象者(人)	非裨益者(人)	接続比率
	公社数	上水道戸別接続数	2012年	2013年	2014年	2014年	2014年	2014年
リマ水道公社	1	100万以上	86.1%	87.7%	88.4%	9,554,459	1,110,604	41.9%
大規模	17	4万以上100万未満	77.4%	78.9%	80.1%	7,510,438	1,493,659	43.6%
中規模	12	1.5万以上4万未満	72.5%	72.2%	73.1%	1,381,213	371,141	9.6%
小規模	20	1.5万未満	66.2%	75.4%	76.2%	752,601	178,909	4.8%
合計/平均	50		80.9%	82.5%	83.6%	19,198,711	3,154,313	

図5:ペルー国内の下水道接続率

出典：BOP/ボリュームゾーンビジネス実態調査レポートより抜粋

ペルーにおいて今後増大していく人口や経済発展に伴う下水処理量の増大によって下水処理に関するシステム強化及びキャパシティ強化に務めていく必要があると考えられる。

表 1: 2016 年から 2021 年までの人口推移予測

年度	2016	2017	2018	2019	2020	2021
合計 (人)	31,461,372	31,826,018	32,162,184	32,495,510	32,824,358	33,149,016
都市部 (人)	24,278,749	24,706,622	25,110,267	25,535,050	25,946,060	26,356,071
農村部 (人)	7,182,623	7,119,396	7,051,917	6,960,460	6,878,298	6,792,945

出典) 国立情報統計研究所より引用

汚泥に関しては現在リマ市の汚泥発生量は 107 トン/日と推定されており、将来的には人口増加や経済発展に伴う発生量の増加が見込まれる。実際に、汚泥の流動を示すダイアグラム(SFDs : Fecal Waste Flow Diagram/shit flow diagram)は、どのように糞便廃棄物(汚泥と排水を含む)が、衛生サービスの流れのもとで流れているのかを可視化したものである。流れの各段階(貯留、くみ取り等)にて、糞便廃棄物が次の処理方法段階へ(例えば、貯留～くみ取り、くみ取り～運搬など)適切/不適切に処理されたかが割合にて示されている。

市内全体を示したダイアグラムでは、リマ市内における約半分の汚泥(48%)は効果的に管理されていない状況である。約 92%の家庭が下水道へのアクセスがあるが、排水の 27%は処理されずに海へ直接流れてしまっている状況である。

ADERASA (ASOCIACIÓN DE ENTES REGULADORES DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LAS AMÉRICAS 米州水規制機関協会:水資源や衛生管理に関する基準及び法律を総括する中南米諸国の協会)が 2020 年 11 月に「2018 年のデータに基づく」と注釈付きで、ペルーの EPS50 社のデータ<sup>6</sup>を取りまとめている。2018 年時点で「Tratamiento de Aguas Residuales (%)」(P39～P40)では、Sedapal は 92.20%、Sedacusco なら 96.01%の処理率である。ただし、同文書には、パンデミック禍の各国の状況として、様々な基準値や目標に調整が加えられるであろうことが記載されている。(P17～20)

<sup>6</sup> <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/11/INFORME-BENCHMARKING-ADERASA-2020-DATOS-2018.pdf>



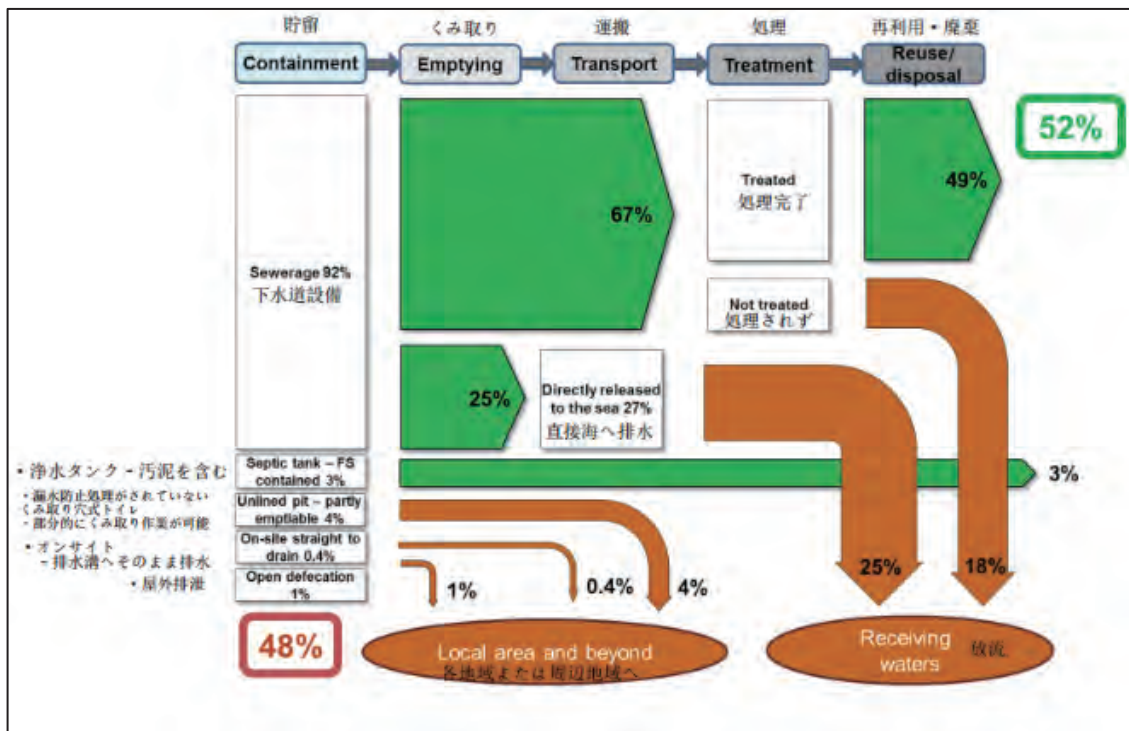


図 6: リマ市内での糞便廃棄物の処理の流れ

出典: <sup>7</sup>SFD Promotion Initiative より引用

リマ市全体における汚泥処理のダイアグラム図が示しているように、市全体では下水道設備が広がっていることから、比較的汚泥処理は改善されているようにみえるが、実際には処理できる容量をより向上させる必要がある。また、下水道未整備地域への汚泥処理管理を行き渡らせ発展させ、適切な貯留・設備管理を向上する。さらに、汚泥再利用方法を発展させ汚泥処理管理での利益を増やすことが挙げられる。

SEDAPAL は、一部の下水処理場において、汚泥処理のために独自に脱水機を設置し、天日乾燥を行い、埋立処分に関わる輸送費、埋立処分委託費用の削減を実施している。SEDAPAL では汚泥の処理費（最終埋立処分場での処理費と輸送費の合計）発生している。内訳は最終埋立処分場での処理費用が 30 米ドル/トンである。（3.20 円/kg 輸送費及び処理費含む）サンタクララ下水処理場では年間およそ 1.5 百万ソル（6,000 万円）の処理費が発生している。しかしながら、乾燥処理、輸送費、埋立処分費用ともに経費の軽減には有効な手段を見いだせていない。

## (2)-2 エネルギーに対する課題

工業・都市化の発達を受けて、エネルギー需要量は増加しているものの、ペルーでは、再生エネルギーに関して技術が乏しいため、現在も化石燃料に依存している。次図は、

<sup>7</sup> [http://www.susana.org/\\_resources/documents/default/3-2608-7-1470296394.pdf](http://www.susana.org/_resources/documents/default/3-2608-7-1470296394.pdf)

2004年から2015年までのエネルギーバランスに関するデータである。2004年当初は、水力発電が主要電力源とみなされていたが、経年により天然ガス電力源が約半数を占めるようになってきている。再生可能エネルギーは、2013年に1%を記録してから、徐々に比率は大きくなってきているが、それでも全体のうち2.1%にとどまっている。

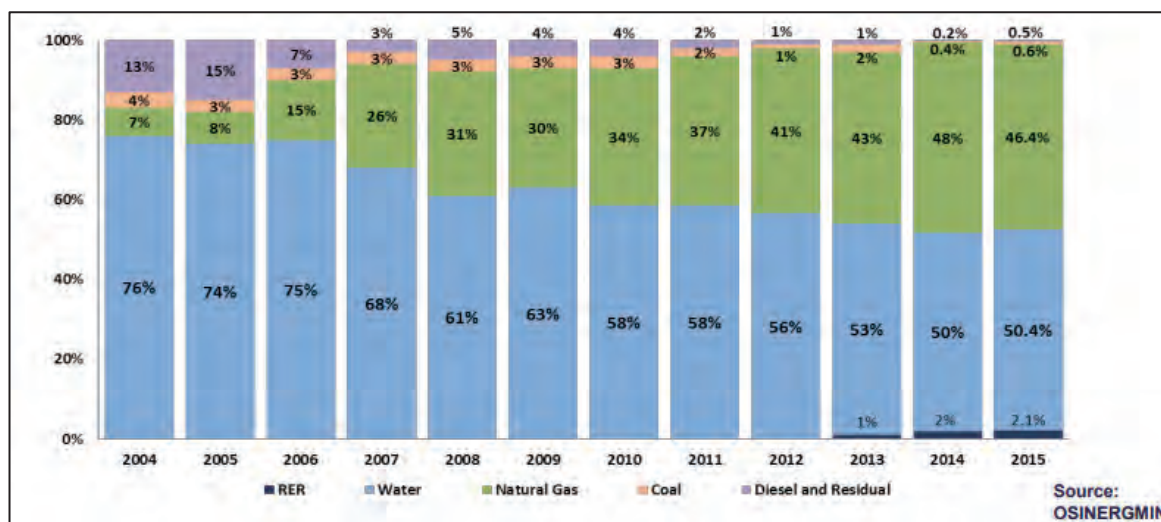


図7:ペルーのエネルギーバランス

出典：エネルギー鉱業投資監督庁の資料より引用

ペルー国内における天然ガスの価格は、政策的に低く抑えてきた背景がある。ペルーは天然ガス産出国であるが、現在の生産量は他の南米諸国と比較して大きくない。

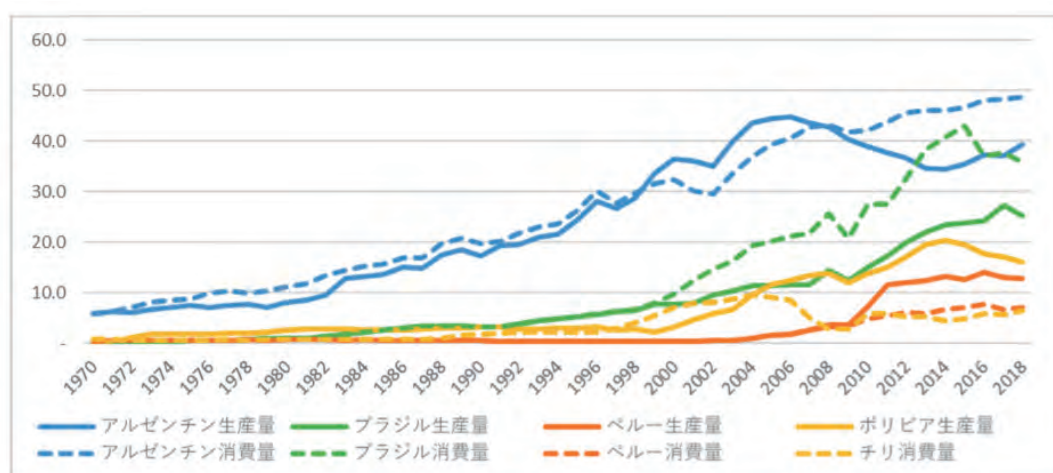


図8：南米近隣国の天然ガス生産量と消費量(単位:十億 m<sup>3</sup>)

出典：独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構配布資料  
及び BP Statistical Review of World Energy June 2019

ペルーにおいては Camisea ガス田の開発を行い 2004 年から生産が開始された。その結果、天然ガス生産量は 2004 年の 2.3MMm<sup>3</sup>/d から 2014 年には 36MMm<sup>3</sup>/d に増加、2010 年からは Melchorita より LNG 輸出を開始した。液化能力は 450 万 t/年であり、スペイン、韓国、日本などに輸出を行なっている。国内需要は経済発展やガス火力発電所の建設に伴い増加し、ここ数年は 20MMm<sup>3</sup>/d 程度で推移している。ペルー政府は今後さらなる増産を目指す方向である。

2019 年 1 月 4 日、YPFB (Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos : 石油、天然ガス、および派生製品の探査、開発、精製、工業化、流通、商業化に特化したボリビアの国有企業) は、ペルー南東部までパイプラインを敷設し、貯蔵プラントを建設する計画に 4 億ドル強の投資を行うと発表した。また長年の懸念事項であり、紛争の火種ともなったボリビアからのガス輸出についてもペルー政府とボリビア政府は、協議を続けており、パイプライン建設や港の政府の整備を進めることを表明している。現在では、Camisea ガス田からのガスパイプラインとボリビアからのガスパイプラインを連結させて建設し、両国国境付近にガス供給網を建設、運用する計画である。また、世界銀行グループの IFC (International Finance Corporation) はペルーの LNG 開発に 3 億米ドル、輸出プロジェクトに 40 億米ドルの融資を決定した。

ペルー国内市場における天然ガス価格は、国債市場価格よりも下回った価格で流通している。これは Camisea ガス田の開発は消費者向けの天然ガスの低価格政策を伴っていたことが背景にある。<sup>8</sup>

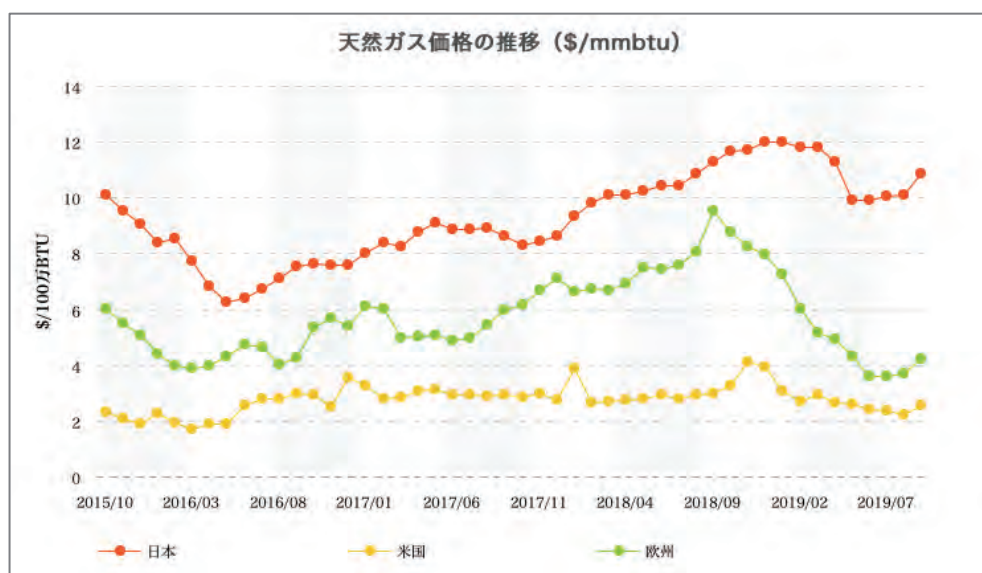


図 9 : 日米欧の天然ガスの価格の推移

出典 : World Bank Database

<sup>8</sup> <http://documents.worldbank.org/curated/en/168111468143976586/pdf/692890ESW0P1110Gas0Feb07020110final.pdf>

上記の国際相場に比べて、現在のペルー国内における天然ガスは、エネルギー鉱業投資監督庁(OSINERGMIN)の調査<sup>9</sup>によると、この5年程度は2.1～3.8米ドル程度で推移しており、米国と同等もしくはそれ以下の価格である。



図 10：ペルー国内の天然ガスの価格の推移

出典：エネルギー鉱業投資監督庁(OSINERGMIN)

2014年12月にペルーが議長国となって開催されたCOP20 リマ会議においては、EU、米国、中国の2020年以降の温室効果ガス排出削減の新目標が発表され、リマ声明「Lima Call for Climate Action」を採択するなどの一定の成果があった。ペルーとしては、COP21に向けてリマ・パリ行動アジェンダを立ち上げ、自国の化石燃料削減を含む気候変動対策を更に進めるとしている。

汚泥のエネルギーとしての活用（バイオマスガス発電など）を検討しているが、有効な手段を見出せないでいる状態である。現在ペルーにおいて、汚泥燃料の製造およびその活用は一切されていない状況である。こうした発電能力増強に際しては、温室効果ガス排出量が少ない再生可能エネルギー源の利用を更に拡大させるエネルギー政策の推進・維持が喫緊の課題であると考えられている。

### (3) 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

#### (3)-1 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）

これまでペルー政府は、貧困対策の一環として、給水・衛生事業を重視しており、『万人に水を』の標語のもと2006年に水供給及び衛生対策の推進のために国家衛生計画（Plan

<sup>9</sup> [http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/gart/pliegos\\_tarifarios/gas-natural/2019/Pliego-Tarifario-Calidda-Noviembre-2019.pdf](http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/gart/pliegos_tarifarios/gas-natural/2019/Pliego-Tarifario-Calidda-Noviembre-2019.pdf)



Nacional de Saneamiento) (2006-2015<sup>10</sup>、のちに 2017-2021 に改訂)を策定すると共に、総額 534 億ソル (約 1.9 兆円) 規模の国家衛生分野投資計画 (Plan de Inversiones del Sector Saneamiento de Alcance Nacional) (2014-2021)を<sup>11</sup>策定するなどして、当該計画の達成に向けた既存上下水道の修繕・改良、新規上下水道インフラ等の拡充等を進めようとしている。

国家衛生政策の最大の目的は、「国民に対して普遍的かつ持続可能で質の高い衛生サービスへのアクセスを達成すること」である。したがって、“国家衛生計画 2017-2021”は、関係するステークホルダーの活動を発展させ、それぞれの指標を通じた進捗状況を測定するための 6 つの政策軸を策定した。国家衛生政策で承認されている具体的な目標は次のとおりである。

- ①公衆衛生サービスを満足に享受できない国民に対して優先的に支援する。
- ②提供者による経済的資源の生成と効率的な利用を保証する。
- ③公衆衛生サービス事業者の管理能力を開発し、強化する。
- ④技術的、行政的、経済的、財政的効率性を考慮した持続可能な衛生プロジェクトを開発する。
- ⑤衛生セクターに関与する関係者との調和を強化する。
- ⑥衛生サービスの評価分析を行う。

さらに国家衛生計画では上下水道の施設改善と拡張を行い、2021 年までに 100%の住民に安全な水や下水道施設へのアクセスを提供することを目標とし、水道公社のサービスを受けていない農村・小都市部においては国立水道局 (ANA) の主導により、給水・衛生事業の推進を図っていく予定である。以下、表 2 では、国家衛生政策に関する目標と定量的な指標であり、都市部では、下水道網や排水処理の項目について 100%となるような目標が定められている。農村部においても、下水道網や排水処理の項目について数値的に 40～50%ほど改善するように定められている。表 3 では、国家衛生計画と他の国家計画との関係性及び関係省庁の役割を明確化することによって、国家目標に対して関係省庁一体となって取り組むことがうかがえる。

<sup>10</sup>[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/B8E41F10214335FA05257DC70072F50E/\\$FILE/DS\\_2006\\_07\\_VIVIENDA.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/B8E41F10214335FA05257DC70072F50E/$FILE/DS_2006_07_VIVIENDA.pdf)

<sup>11</sup><http://www3.vivienda.gob.pe/banners/informeN-170.pdf>

表 2: 国家衛生政策に関する目標と定量的な指標

指標			スコープ	2016年	2021年
名前	単位	定義			
目的: 衛生サービスへの普遍的で持続可能で質の高いアクセスを達成する。					
目標1: 安心安全な水にアクセスすることが難しい国民を優先的に支援する					
給水サービス	%	公的な水道サービスにアクセスできる人口の割合。	都市部	94.5	100
			農村部	71.2	84.6
下水道網	%	有機性汚泥などの処理が施された下水道網にアクセスできる人口の割合。	都市部	88.3	100
			農村部	24.6	70
排水処理	%	適正処理された排水の割合。	都市部	68	100
			農村部	—	40
連続性	時間/日	水供給事業者によって提供された水道サービスの平均時間数。	都市部	18.5	22
			農村部	18	22

出典) DECRETO LEGISLATIVON°1280 を参考に提案法人作成

表 3: 国家衛生計画と他の国家計画との関係性及び関係省庁の役割

関係省庁	計画	目標	戦略の要約
国家戦略計画策定センター	ペルー独立200年計画	2021年までに人口の85%が水道サービスを楽しみ、人口の79%が下水道サービスを楽しむことができる体制を整える。	住民の水道および下水道へのアクセス、排水の回収および最終処分を拡大するための公的および民間の投資を促進する。
住宅建設衛生省	戦略的分野複数年計画	2021年までに都市部において100%、2030年までに農村部において100%を衛生サービスに楽しむことができる体制を整える。	地方や都市部、農村部のカバレッジを、質の高い持続可能な方法で拡大するための投資の実施。
首相府	国家災害リスク管理計画(2014-2021)	衛生、エネルギー、輸送、通信、安全保障、危機管理などの公共サービスを管理する。	構造的、非構造的、機能的組織的構成要素に不可欠なサービスシステム(衛生、エネルギー、輸送および通信、安全保障および救済部門)の開発および実施。
国立水道局	国家水資源計画	飲料水の改善	品質を維持し、適切な価格で提供できるように、飲料水サービスの改善を実施する。目標を達成するためにインフラ投資を実施する。また、保

			<p>守管理、リハビリテーションの改善を促す。飲料水に対して、提供できる基準値に満たしているかどうかのモニタリングを実施し、安心かつ安全な水の提供に努める。さらに、都市部と農村部の衛生サービス提供者の経営効率改善を図る。</p>
		下水道拡充	<p>十分な衛生管理サービスを提供する。目標を達成するためにインフラ投資を実施する。特に衛生管理システムの保守、リハビリテーションに投資する。さらに、都市部と農村部の衛生サービス提供者の経営効率改善を図る。</p>
		排水処理量の改善。	<p>都市部と農村部の両方で、排水処理の改善を図る。目標を達成するためにインフラ投資を実施する。保守管理、リハビリテーションの改善を促し、排水の適切な処理のための新技術の研究に対して投資を行う。</p>
		排水処理された水の再利用と海水の脱塩化。	<p>水の再利用を増やすために必要な戦略の立案をする。また、海水を淡水化にするための研究を行う。排水処理の再利用と海水淡水化のための新技術研究に対して投資を促す。</p>
		水資源管理によるノウハウ醸成	<p>水資源の効率的な利用を促進し、水不足に対処するための持続可能な水循環システム構築を実施する。</p>
環境省	環境行動国家計画 (2011-2021)	家庭排水の処理率 100% を達成し、処理水のうち 50% を再利用することを達成する。	<p>都市部と農村部の両方で、排水処理とその再利用を改善させる。目標を達成するためにインフラ投資を実施する。保守管理、リハビリテーションの改善を促し、水の再利用率を向上させるための戦略立案を実施する。</p>

		適正なサービスを維持するために規制強化	排水処理に関する規制当局による規制活動の提供事業者を強化する。
教育省	2021年までの全国教育計画	ペルー国内にある教育施設に対して、満足なインフラサービス、よりよい衛生・健康環境を確保する。	すべての公立基礎教育機関に対して、質の高い衛生サービスを提供するとともに、死亡率および罹患率の減少を促すため衛生設備を充実させる。
保健省	戦略的分野複数年計画 2012-2016	健康、衛生について社会サービスの拡充及び改善を図る。	衛生サービスの普遍的かつ公平な適用範囲を達成する。

出典：Decreto Supremo que aprueba el Plan Nacional de Saneamiento 2017 – 2021  
に基づき提案法人作成

<sup>12</sup>エネルギー関連の政策では、2010年11月、エネルギー鉱山省は国家エネルギー政策2010-2040を発表した。当該政策において、以下の要綱が掲げられている。

1. 再生可能エネルギーとエネルギー効率化に重点を置いてエネルギー基盤の多様化を図る。
  2. 競争力のあるエネルギーの供給を図る。
  3. 国民にあまねく電力を普及させる。
  4. エネルギーの生産と消費の双方において最大限効率化を図る。
  5. エネルギーの国内自給自足を達成する。
  6. 持続的発展の観点から、環境に及ぼす影響が最小で、温室効果ガス排出が抑制されたエネルギー産業の発展を目指す。
  7. 天然ガス産業を育成し、高効率な発電等、家庭用、輸送用、商工業用のガス利用を促進する。
  8. エネルギー産業の関連制度を整備・強化する。
  9. 長期的展望として南米域内エネルギー市場のインテグレーションを図る。
- 等が挙げられている。

再生可能エネルギー政策については「再生可能エネルギーを使用した発電への投資奨励に関する法令」（2008年）を制定し、2013年までに総電力消費量の5%を再生可能エネルギーにより賄う方針を打ち出した。さらに、当該法律では、再生可能エネルギー発電入札において、落札した事業者には最大20年の供給契約期間中、国内グリッドへの供給分については確定価格（入札の提示価格）を保証する他、再生可能エネルギーを利用した発電事

<sup>12</sup> 平成29年度国際エネルギー情勢調査（諸外国のエネルギー政策動向及び国際エネルギー統計等調査事業）諸外国のエネルギー政策動向に関する調査報告書より引用



業では最大で年間 20%の加速度償却を認めているほか、付加価値税早期還付制度でも再生可能資源に税制インセンティブを設けている。

尚当該事業に関連するバイオ燃料としては、ペルーでは 2003 年にバイオ燃料促進法を制定している。バイオ燃料に関するペルーの組織としては、ペルー投資庁がバイオ燃料促進プログラムを作成、農業省がバイオ燃料生産のための農産物の開発、工業省がバイオ燃料生産設備、エネルギー鉱山省がバイオ燃料の製品規格、エネルギー鉱業投資監督機構が監督・金融機関とそれぞれの機関によって役割が細分化されている。

### (3)-2 事業実施国の関連法制度

汚泥の活用についての法制度は以下の通り。

表 4: 主な汚泥の活用についての法制度

法制度番号	内容
Decreto Legislativo N° 1278	固形廃棄物の統合管理法を承認する立法令。
Resolución Ministerial N° 128-2017-Vivienda	汚泥管理と最終処分施設の規則。 上下水処理施設で発生した汚泥、排泄物の衛生処理による汚泥、有機固形物、脱水乾燥された汚泥に関する規定。
Decreto Supremo N° 015-2017-VIVIENDA	排水処理施設で発生する汚泥の再利用に関する規制。 下水処理場から発生する汚泥が固形有機物に変換された後、健康や環境へリスクを考慮した上で農林業における有効再利用を促進することを目的としている。
Resolución Ministerial N° 300-2017-Vivienda	有機固形物の生産及び有効再利用のための国家登録簿への事前登録義務の規則。 生産者は、住宅建設衛生省環境課に、有機固形物の窒素濃度を通知しなければならない。通知がない場合は商品としての市場流通は認められない。 A 級有機固形物：衛生上の処置なく土壌に使用することのできる有機固形物。 B 級有機固形物：土壌の位置や農作物の種類によって、衛生上の処置を施した上で土壌に使用することのできる有機固形物。
RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 093-2018-VIVIENDA	有機固形物のモニタリングに関するプロトコル

特に提案事業に係る法律としては第 1278 条例第 5 補足条項である。この条項において、住宅建設衛生省が例外と認めない限り、人間の消費のための浄水施設、PTAR (plantas de tratamiento de aguas : 下水処理場) 及びその他の水質衛生管理システムから発生する汚泥は、危険のない固形廃棄物として管理されるものと規定されている。浄水システムから発生する汚泥は、住宅建設衛生省が規定する最低限の適切な衛生条件及び環境

条件を考慮せずに使用されることはない。しかし、汚泥の再利用については、ペルー政府として積極的に進めたい方針であり、適正な管理を行った上で 3R を促進したいと考えている。住宅建設衛生省との複数回の面談により、提案技術については、本制度の趣旨に合致するものであり、リサイクル利用される過程においてこの基準が満たされる限りは積極的に進めてほしい旨を確認した。



**Antecedentes** これまでの状況・背景

La quinta desposicion complementaria final del decreto legislativo No 1278, establece que los lodos provenientes de plantas de tratamiento de agua para consumo humano, las plantas de tratamiento de aguas residuales y otro sistemas vinculados a la prestacion de los servicios de saneamiento, son manejados como residuos solidos no peligrosos, salvo en los casos que el Ministerio de vivienda, construccion y saneamiento determine lo contraio. En ningun caso los lodos provenientes de los mencionados sistemas son utilizados sin considerar condiciones sanitarias y ambientales minimas apropiadas, conforme lo dispone el Ministerio de vivienda, construccion y saneamiento.

第 1278 条例第 5 補足条項は、住宅建設衛生省が例外と認めない限り、人間の消費のための浄水施設、PTAR 及びその他の水質衛生管理システムから発生する汚泥は、危険のない固形廃棄物として管理されるものと規定する。前述の浄水システムから発生する汚泥は、住宅建設衛生省が規定する最低限の適切な衛生条件及び環境条件を考慮せずに使用されることはない。

図 11：第 1278 条例第 5 補足条項の基本的考え方

出典：住宅建設衛生省配布資料に基づき調査団抄訳

また、条例番号 015-2017-VIVIENDA は、PTAR から発生する汚泥の有効再利用に関する規則が示されている。この規則は、PTAR から発生する汚泥が、固形有機物に変換された後、健康や環境へのリスクを考慮した上で農林業における有効再利用を促進することを目

的としている。この条例において汚泥とは、「浄水処理プロセスで発生する、高濃度の有機物を含む固形廃棄物で、主に衛生施設における一次及び二次処理中に出る排泄物など」と定義されている。また、有機固形物は、「排水処理で発生する汚泥に含まれる微少有機物の安定化から生じる固形物で、土壌改良剤として再利用できるという物理化学的及び微生物学的特性を有する」と定義されている。その上で、以下の化学毒性の基準を満たさなくてはならないとしている。

**PARÁMETRO DE ESTABILIZACIÓN** 安定化の基準

Estabilización de lodos 汚泥の安定化

Concentración de materia orgánica:  
Materia orgánica (SV) ≤ 60% de Materia seca (ST)

有機物の含有率  
有機物 ≤ 乾燥重量の60%  
化学毒性の基準

**PARÁMETRO DE TOXICIDAD QUÍMICA**

Mg/kg ST Materia Seca	Arsénico	Cadmio	Cromo	Cobre	Plomo	Mercurio	Niquel	Zinc
Clase A y Clase B	40	40	1200	1500	400	17	400	2400
乾燥重量	ヒ素	カドミウム	クロム	銅	鉛	水銀	ニッケル	亜鉛

Artículo 13 del Reglamento para el Resquejamiento de los Lodos Generados en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

図 12：化学毒性の基準（No.015-2017-VIVIENDA 第 8 条）

出典：住宅建設衛生省配布資料に基づき調査団抄訳

有機固形物を土壌に使用した際の管理と影響に関するパラメーターについては以下のよう

に規定されている。

**PARÁMETROS DE CONTROL E IMPACTO EN LA APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS AL SUELO**

有機固形物を土壌に使用した際の管理と影響に関するパラメーター

**TASA CONTROL DE TASA AGRONÓMICA** 農業における使用管理の指標

有機固形物に含有する窒素の総量

INDICADOR	Tasa de Nitrógeno Total (N) en los biosólidos
CLASE A Y B	Tasa de aplicación (ton ST <sub>Biosólido</sub> /ha) = $N_{DEMANDA} (kg N/ha_{Suelo}) / N_{OFERTA} (kg N/ton_{Biosólido})$

1haに使用する有機固形物=需要量(kg/ha)／供給量(kg/有機固形物1トン)

– La aplicación de la Tasa Agronómica exige considerar que no se exceda la tasa máxima de nutrientes, especialmente de nitrógeno, de acuerdo a los criterios indicados en el Anexo III.

農業における使用管理の指標は、栄養素、特に窒素の最大値を超えることがないよう考慮すべきである。

Artículo 22 del Reglamento para el Resquejamiento de los Lodos Generados en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

図 13：有機固形物を土壌に使用した際の管理と影響に関するパラメーター

出典：住宅建設衛生省配布資料に基づき調査団抄訳

また、汚泥を活用し販売する際には、**Registro nacional para la produccion y aprovechamiento de biosolidos**：有機固形物の生産及び有効再利用のための国家登録簿への事前登録が義務付けられている。登録が義務付けられているのは、生産者（PTARにおいて汚泥を変換させる行程を行う汚泥発生元）もしくは、有機固形物の最終処分、販売、生産を行う民間セクターの企業である。民間セクターの企業は、有機固形物の生産、販売及び最終処分に必要な設備と技術を備えた固形廃棄物取扱業者。衛生サービスのプロバイダから汚泥を取得し、有機固形物に変換、販売、及び破棄を行うと定義されている。また危険な残留物については、立法決議第 26234 号、バーゼル条約に従って有害であると定義されている。（日本語抄訳は別添）

<sup>13</sup>中央政府として住宅建設衛生省が所轄し、地方部では政策機関として州政府、執行機関として区役所と水・衛生委員会が位置付けられており、それぞれの役割を担っている。各地域における実際の環境監査については、各セクターの省庁機関、地方政府機関、地方自治体が担う体制となっており、同国においても法制度・政府の体制についても整備がなされつつある。

ペルー政府は、既に種々の排水についても排水規制（規準）に関する複数の法律を立案し、法律に基づき排水規制を行っている。因みに、排水を含む環境問題については、環境省が政策立案を行い、環境評価監査庁がペルー全国の環境質、汚染源の評価及び監査を行うという体制となっている。2013 年 9 月に施行された新排水基準は、非生活排水すべてに適用されるものであり、下記の最大許容値を上回らないことが義務づけられた。もしこの最大値を超える時には、課徴金を支払うこととしている。最高法令第 021-2009 の規定に基づき制定されている。ペルーの排水基準を以下に示す。

表 5:ペルーの新排水基準について Annex 1

種類	原単位	記号	ペルーの基準値	(日本の排水基準値)
生化学的酸素要求量 (BOD)	mg / L	DBO5	500	160 (湖沼・海域以外)
化学的酸素要求量 (COD)	mg / L	DQO	1000	160 (湖沼・海域)
全浮遊物質 (SS)	mg / L	S.S.T.	500	最大 200 日平均 150
油脂類	mg / L	AyG	100	鉱物油類 5 動植物油類 30

出典:Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas に基づき  
提案法人作成

<sup>13</sup>JICA HP「国別取り組み」を参照。

表 6:ペルーの新排水基準について Annex 2

種類	原単位	記号	ペルーの基準値	(日本の排水基準値)
アルミニウム	mg / L	Al	10	基準値なし
ヒ素	mg / L	As	0.5	0.1
ホウ素	mg / L	B	4	10 (海域以外) 230 (海域)
カドミウム	mg / L	Cd	0.2	0.1
シアン	mg / L	CN	1	1
銅	mg / L	Cu	3	3
六価クロム	mg / L	Cr+6	0.5	0.5
全クロム	mg / L	Cr	10	2
マンガン	mg / L	Mn	4	10
水銀	mg / L	Hg	0.02	0.005
ニッケル	mg / L	Ni	4	基準値なし
鉛	mg / L	Pb	0.5	0.1
硫酸イオン	mg / L	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	500	基準値なし
硫化物イオン	mg / L	S <sup>-2</sup>	5	基準値なし
亜鉛	mg / L	Zn	10	5
アンモニウムイオン	mg / L	NH <sup>+4</sup>	80	100
pH	mg / L	pH	6-9	5.8-8.6 (海域以外) 5.0-9.0 (海域)
1時間当たりの沈殿物量	mg / L/h	S.S	8.5	基準値なし
水温	°C	T	<35	基準値なし

出典:Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas に基づき  
提案法人作成

これらの新排出基準を満たさない場合にはペナルティとして課徴金が排出事業者側に付加されることになる。

課徴金についての計算式は次の通りである。



計算式 1 sedapal

$$PA = \text{下水道サービスの請求額} * F$$

**Donde :**

PA= 追加請求額

F= 追加請求額の再設定ファクター

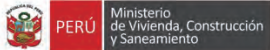


図 14：課徴金についての計算式 1

出典：SEDAPAL 配布資料から調査団抄訳

計算式 2  
調整ファクターの計算方法 sedapal

$$F = FDB05 + FDQ0 + FSST + FAyG$$

F = 追加請求額の再設定ファクター

FDB05 = 規定上のDB05の過剰ファクター

FDQ0 = 規定上のDQOの過剰ファクター

FSST = 規定上のSSTの過剰ファクター

FAyG = 規定上の油脂の過剰ファクター




図 15：課徴金についての計算式 2

出典：SEDAPAL 配布資料から調査団抄訳



RANGE	パラメータ			
	DBO5	COD	SST	AyG
VMA濃度 (mg/L)	500	1000	500	100
順位 1	550から500.1	1000.1から1100	550から500.1	150から100.1
順位 2	600から550.1	1100.1から1200	600から550.1	200から150.1
順位 3	600.1から1000	1200.1から2500	600.1から1000	450から200.1
順位 4	1000.1から10 <sup>4</sup>	2500.1から10 <sup>4</sup>	1000.1から10 <sup>4</sup>	450.1から10 <sup>3</sup>
順位 5	10 <sup>4</sup> 以上	10 <sup>4</sup> 以上	10 <sup>4</sup> 以上	10 <sup>3</sup> 以上

図 16：課徴金についてのパラメーターの順位の定義 1

出典：SEDAPAL 配布資料から調査団抄訳

RANGE	個別要因				TOTAL
	F <sub>DBO5</sub>	F <sub>DQO</sub>	F <sub>SST</sub>	F <sub>AyG</sub>	
パーセンテージの割り当て	25%	35%	20%	20%	
順位 1	6%	9%	5%	5%	25%
順位 2	19%	26%	15%	15%	75%
順位 3	25%	35%	20%	20%	100%
順位 4	250%	350%	200%	200%	10倍
順位 5	500%	700%	400%	400%	20倍

図 17：課徴金についての個別パラメーターの定義 2

出典：SEDAPAL 配布資料から調査団抄訳

### その他関連法規制

環境一般法（法律第 28611 号、2005 年）では、健康的な国民生活発展に供する環境を維持、保全し国民生活の改善及びペルーの持続的な発展の遂行を目的として制定された、全ての環境面における規定である。その他の環境法に關係する法律としては、国家環境管理システムのフレームワークについての法律（法律第 28245 号、2004 年）、環境影響評価の国家システム（SEIA）についての法律（法律第 27446 号、2001 年）等がある。

汚泥などの廃棄物は「固形廃棄物一般法（第 27314）」に規定されているが、乾燥汚泥の燃料利用を規制する法律はないことは案件化調査時に確認している。しかし、利用者側が燃料変更することは、所轄の省庁に届け出が必要である。

#### (4) 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

日本はリマ首都圏における浄水場建設・上下水道整備を世界銀行やドイツなどと協調融資で実施している。また地方における水道整備や技術協力は JICA や世界銀行が実施している。当該分野における代表的な ODA 事業の事例を以下に示す。

表 7:ペルーにおける我が国の援助動向

案件名（協力期間）	スキーム	概要
リマ首都圏北部上下水道最適化事業（II） （2013 年～）	有償資金協力事業	リマ首都圏北部 6 地区（コマス、カラバイーヨ、プエンテ・ピエドラ、ロス・オリーボス、サン・マルティン・デ・ポレス、カヤオ）において、土木工事（送水管整備、配水池・ポンプ場リハビリ、上下水道二次管網リハビリ、水道メータ設置、遠隔監視・制御システムの設置等） 維持管理機材の調達（下水管内調査用／清掃用資機材、漏水探査用資機材等） コンサルティング・サービス（詳細設計（D/D）、入札補助、施工監理）を実施。
地方アマゾン給水・衛生事業 （2012 年～）	有償資金協力事業	アマゾン地域 3 州（ロレト州、アマソナス州、サン・マルティン州）において 給水・衛生施設の新設・改善やコミュニティ組織強化。
リマ首都圏周辺居住域衛生改善事業 （2000 年 9 月～）	有償資金協力事業	新規浄水場の建設（取水施設、浄水場、基幹送水管）及び上下水道網の整備。
地方都市上下水道整備事業（II） （2000 年 9 月～）	有償資金協力事業	ペルーの地方都市イキトス、クスコ、シクアニにおいて上下水道施設の改善・建設を行い、給水能力・下水処理能力の強化を実施。
地方上下水道整備事業 （1999 年 4 月～）	有償資金協力事業	ペルー北部のピウラ州ピウラ市及びピアンカッシュ州チンボテ市において上下水道施設を修復・拡張事業。

リマーカーヤオ上下水道整備事業 (1996年3月～2004年9月)	有償資金協力事業	リマ首都圏の7地区（ヘスマリア、リンセ、ラ・ビクトリア、サンイシドロ、ミラフローレス、リマク、カヤオ）を対象に上下水道網のリハビリ及び送水管延長を実施。また、送水管・配水池・井戸のリハビリ、水道メータ普及などのプロジェクトも実施。
リマ南部下水道整備事業 (1996年9月～2007年12月)	有償資金協力事業	リマ首都圏南部地域における下水処理場の建設・拡張（建設2ヶ所、拡張1ヶ所）および下水管渠の建設により新たに3.0 m <sup>3</sup> /秒の下水処理能力を提供。
北部国境地域給水計画 完工日：2001年	無償資金協力	エクアドルとの国境付近に位置するピウラ州、トゥンベス州において貧困層の生活改善を目的とした給水活動を実施。 井戸の掘削資機材、給水車の調達、掘削工事などを実施。
環境プログラム無償「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」 (2010年3月)	無償資金協力	SEDAPAL 及びクスコ市電力公社（ELSE）に対して各々150kW出力の系統連携型太陽光発電システムを導入。

出典：<sup>14</sup>JICA 案件データベース及び JICS 提供の情報に基づき提案法人作成

これまでは、上下水道インフラ整備を中心にプロジェクトが実施されてきたが、実施機関に対する無収水対策等の技術支援が水道事業の持続的経営を実現するために重要であるとみなされており、無収水対策技術の強化を目的としたプロジェクトもパッケージ化されている。

ペルーとの二国間援助では日本の他に米国、スペイン、ドイツなどが主な援助国である。水インフラ分野においては国際協力機構（JICA）・世界銀行・米州開発銀行（IDB: Inter-American Development Bank）・ドイツ国際協力公社（GIZ: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit）・ドイツ復興金融公庫（KfW: Kreditanstalt für Wiederaufbau）などにより「水グループ」と呼ばれるドナーグループが形成されており、これらが主な援助団体となっている。当該分野における主な他ドナーによる援助事業の事例を以下に示す。

<sup>14</sup> [https://www.jica.go.jp/activities/project\\_list/index.html](https://www.jica.go.jp/activities/project_list/index.html)

表 8:ペルーにおける他機関の援助動向

ドナー名	概要
米州開発銀行	プログラム “ <sup>15</sup> Water for ALL”を 2013 年に実施。3 つのプロジェクト (Sergento Lorentz, Amauta Valley and Carabayllo) を援助し、SEDAPAL との共同事業でリマの排水処理設備の改善を行った。
世界銀行	<p><sup>16</sup>Optimization of Water and Sewerage Systems Project を 2011 年から開始し 2019 年 12 月まで実施中。ペルーにおける排水処理の効率化、安定性、衛生管理などの改善を支援した。また過去にリマの下水処理施設の処理容量を増大するプロジェクトなども行っている。</p> <p>リマ首都圏北部上下水道最適化事業(I) (II) については、他のドナーと共にペルー政府及び Sedapal に対して協調融資を実施した。世界銀行ペルー事務所の水供給及び衛生管理部門上級顧問にヒアリングしたところ、現在同プロジェクトについては、最終報告書を取りまとめている段階であり、2021 年中に一般公開する予定である。</p>

<sup>15</sup> <http://www.iadb.org/en/news/webstories/2013-03-22/peru-water-for-all-program,10343.html>

<sup>16</sup> <http://www.worldbank.org/projects/P117293/optimization-lima-water-sewerage-systems?lang=en>

<p>ドイツ国際協力 公社(GIZ)</p>	<p><sup>17</sup>Adaptation of water resources management in urban areas to climate change with private sector participation を実施中である。(実施期間 2014 年-2019 年) また、近代化と国内の水管理の改善のためのプログラムを実施している。(実施期間：2015 年から 2019 年)このプログラムは、排水の処理と再利用に関する知識と技術の移転を目的の一つとしており、技術者に水と衛生の技術に関するトレーニングを実施した。GIZ ペルー事務所の担当上級技術顧問にヒアリングしたところ、本プログラムは、目標となる指標を達成し 2019 年末に無事終了したことを確認した。</p> <p>さらに、SEDACUSCO の管理する下水処理場において、2020 年からバイオガス生産を行う予定であったが、COVID-19 感染拡大の影響により 2021 年上半期に実施することになった。バイオガスは、下水処理場の電力とするために発電目的で使われる。これにより年間 650 トンの二酸化炭素を削減するとともに、毎年 24,000 米ドルの電気代削減効果があるとしている。(調査団はバイオガス生産を行う予定の下水処理場を視察した際に一部の設置機材を確認した。しかし、発電設備を痛める可能性のある硫黄分を除去するための脱硫装置は設置されておらず、装置の耐久性には懸念を抱いている。)</p> <p>本プロジェクトにより、コージェネレーターの設置、試験運用を開始する予定である。オーストリア製のコージェネレーターは SEDACUSCO のために特別に開発された装置で、既にクスコに到着しており、サンヘロニモの汚水処理場に設置される。</p>
----------------------------	---

<sup>17</sup> <https://www.giz.de/en/worldwide/28610.html>  
<https://www.giz.de/en/worldwide/13350.html>



GIZ 支援によるバイオガス発電設備の様子

GIZ は IWA (International Water Association:国際水協会) とともに気候変動緩和のための水質衛生サービス関連プロジェクト(WaCCliM: Water and Wastewater Companies for Climate Mitigation)を 2013 年 12 月から 2022 年 12 月までの予定で実施している。これは、ドイツの国際気候イニシアチブ (International Climate Initiative of German Federal Ministry for the Environment) の融資により実施しているもので、気候変動対策、カーボンニュートラルに向けた水セクターでの貢献を目指す取り組みの一貫である。PMACC (Climate Change Mitigation Adaptación al Cambio and Adaptation Plans Climático :気候変動の緩和と適応計画) を達成するために、水分野では、エネルギー効率の良いポンプの導入と、汚泥管理に取り組んでいる。すでに 49 の支援を行い 23 の PMACC を実施したと発表している。



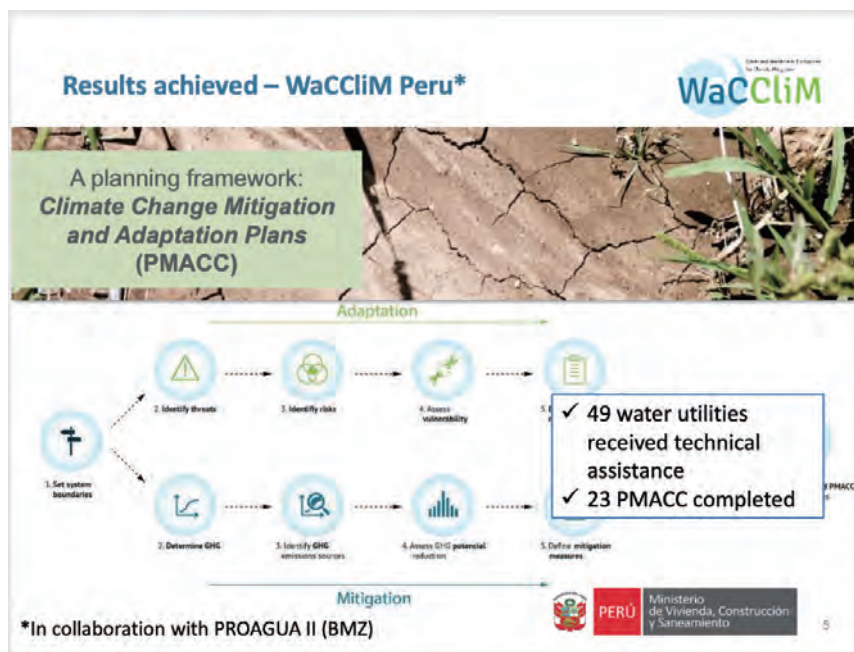


図 18: GIZ のプロジェクト配布資料 1



図 19: GIZ のプロジェクト配布資料 2

ドイツ復興金融  
公庫

Water supply and sanitation (実施期間:2012 年-2016 年)、Pisco emergency water supply project (実施期間:2012 年-2016 年)、Chiclayo Municipal Solid Waste Management Project (実施期間:2011 年-2016 年) の 3 つの<sup>18</sup>プロジェクトを実施している。

<sup>18</sup> Projektliste\_laufende\_Projekte\_APRIL\_2015.pdf

スペイン国際協力庁	「アラウカリア地方 XXI プログラム」(実施期間:2007年-2012年)では、天然資源の保全、住環境改善、上下水道へのアクセス改善を合わせた包括的な事業を実施している。
その他	欧州共同体委員会(CEC:Committee of the European Community)や、国連開発計画(UNDP:United Nations Development Program)などの団体もペルーにおける援助の重点分野として上下水道設備を指定しており、その整備を中心とした支援を行っている。上下水道網の整備を中心とした支援を行っている。

出典:提案法人作成

一方で、当該事業のような発生した有機性汚泥を具体的に活用するようなプロジェクトについてはこれまで実施されていないことが確認されている。

## 2 普及・実証を図る製品・技術の概要

提案事業者は、富山県全域の市町村と石川県能登半島の地域の市町村が管理する浄化センター及びクリーンセンターから搬出される有機性汚泥(下水汚泥)の中間処理業と、有機性汚泥を始めとする廃棄物の収集運搬業を行なっている。提案事業者は、受け入れた有機性汚泥を活用するための有機性廃棄物プラント(日量81トン処理)および汚泥燃料製造プラント(日量60トン処理)を稼働させている管理業務を行う企業である。提案法人の保有する両施設は、有機性汚泥・グリストラップ汚泥等を乾燥造粒し、バイオマス原料(堆肥原料)及び燃料の製造を行なっている。

本事業では、下水処理で発生する脱水汚泥について小型乾燥機を導入することによって、乾燥汚泥化し、燃料や堆肥原料として再資源化するものである。

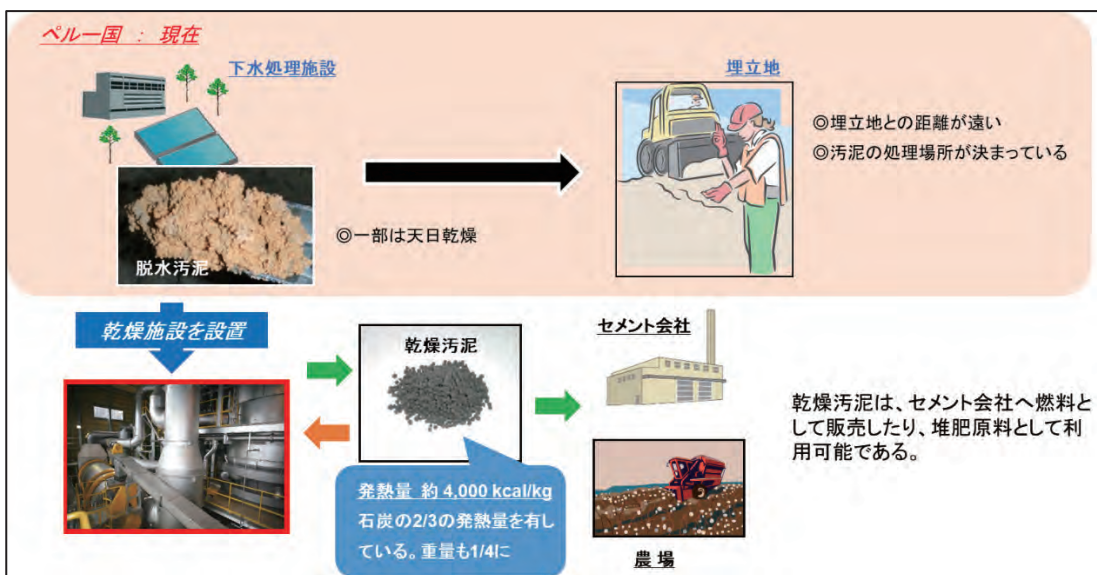


図 20: 普及・実証事業の概要図

出典:提案法人作成

本事業で活用する製品・技術の特徴としては、脱水汚泥（含水率 80%）を含水率 20%に乾燥させることで重量を 1/4 に減量化し、さらに乾燥した汚泥は約 4,000kcal/kg の発熱量を持つため燃料として活用できる。普及実証事業で活用する乾燥機の性能については次表の通りである。

表 9：乾燥機の性能

型式	HK-300 型
乾燥炉サイズ	直径 1200mm 長さ 2300mm
熱風炉サイズ	直径 800mm 長さ 1450mm
熱源	ガス
バーナー能力	MAX 220,000kcal/h（高燃焼・低燃焼・OFF）
ファン能力	MAX 50m <sup>3</sup> /min
排気ダクト径	φ 275mm
原料及び水分量	汚泥（し尿処理後のもの） 水分約 80%
乾燥品水分量	水分約 20%
処理能力計算	蒸発潜熱(qj)=540kcal/kg 水分蒸発量 (W) =0.6kg/h 熱量(qa)=220.000kcal/h 乾燥効率(η)=35% 原料 1 k g 当たりの必要熱量 $q = 0.6 \times 540 / 0.35 = 930 \text{ kcal/h}$ 1 時間当たりの処理能力 $220,000 / 930 = 240 \text{ kg/h}$ 1 時間当たり 240kg/h (MAX)

出典：提案法人作成

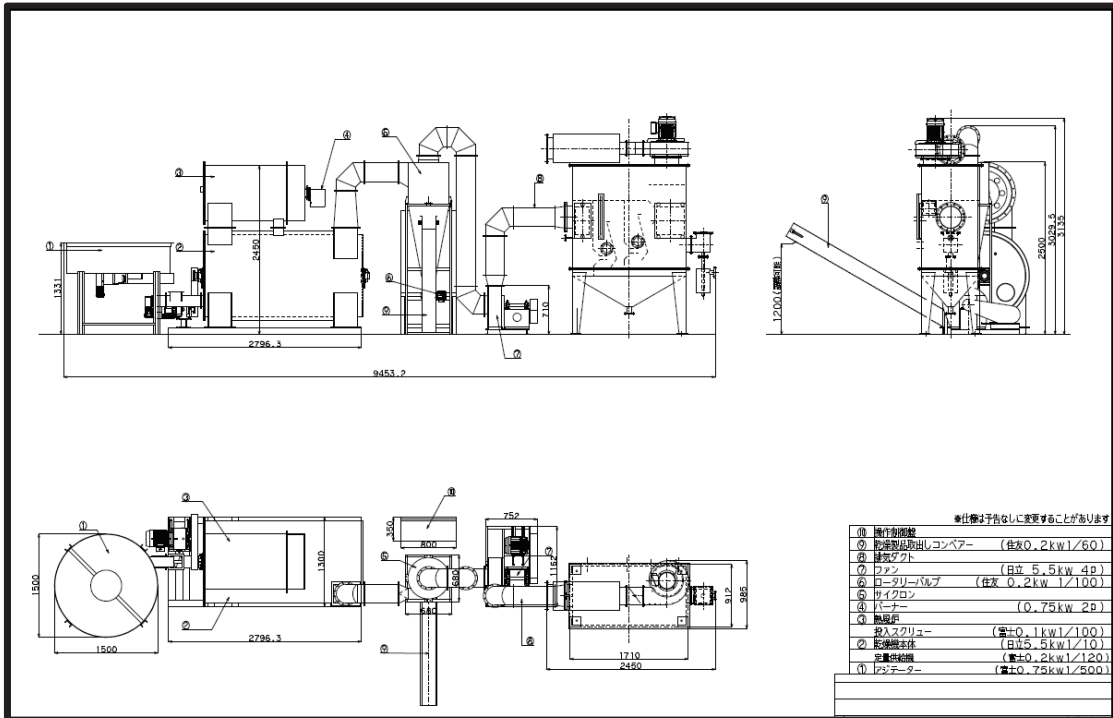


図 21：乾燥機の構成図

出典：提案法人作成

<p>特徴</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有機汚泥（工場排水汚泥・下水汚泥等）を乾燥・造粒し、汚泥燃料や肥料原料を製造する。</li> <li>・2次公害を防止するため、排ガス処理としてサイクロン集塵機及びウォータースクラバーを設置。乾燥汚泥の飛散が無い、より安全で衛生的な設備としている。</li> <li>・乾燥炉は直接加熱方式で、熱エネルギーを効率的に利用できるため、小型ながら汚泥を含水率 20%まで乾燥することが出来る。さらに、天然ガスを熱源としており、ペルーにおける経済性が高い施設設計となっている。</li> </ul> <div data-bbox="523 1615 1278 1928" style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p>乾燥汚泥 有機汚泥を乾燥・造粒したもの。 肥料原料・バイオマス助燃材として使用</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p>汚泥乾燥炉 有機汚泥をロータリーキルンにて間接的に乾燥・造粒する</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p>熱風発生炉 800℃以上の熱風を発生させる</p> </div> </div>
-----------	---



<p>競合他社製品と比べた比較優位性</p>	<p>現在ペルーにおいては汚泥の燃料としての活用はされていない。提案事業者の製造する汚泥燃料はおよそ 4,000kcal/kg であり、石炭のおよそ 2/3 のカロリーを有する。汚泥燃料を製造するための比較優位性は、提案法人のオペレーション技術にある。施設全体を適切に管理すべく通常 100 以上の項目の検査項目がある。具体的には、処理施設の運転管理に必要な項目として、乾燥機、熱風発生炉やダクト内の温度（それぞれ数か所あり）、炉圧、各動作機器の電流、異音の有無などを毎時間ごとに記録して、処理施設（個々の装置）をただ稼働するだけでなく、適切な状態（数値）に保つためのオペレーション体制を有している。</p> <p>さらに、安定的でかつコスト削減に優れた運転を行う上で適切な状態に保つために、専門の整備部門と連携しオペレータ自身が軽中度の定期的なメンテナンスと運転中のメンテナンスを行うことで、1 稼動連続 25 日の安定処理を実現している。メンテナンス箇所については、メーカーの指定する部分のみならず蓄積された経験に基づいた独自メンテナンス箇所についても対応している。さらに、運転中のメンテナンスは給脂や搬送機器の調整など、機器の消耗や劣化を防ぐことで機械の寿命を延ばし、安定した処理に繋げている。また、ダクト等は運転の経過とともに付着物が堆積し熱伝導率の低下が生じ、処理量の低下につながるため、ダクトや熱交換器の清掃など定期的にメンテナンスしている。熱伝導率の低下及び処理量の低下を最小限に食い止めるメンテナンス方法を実施している。</p> <p>これにより安定的な運転に必要な予防保全をオペレーター 2 人で実施可能である。当施設で製造されるバイオ燃料は含水率を約 15% に調整することができ、汚泥の燃料熱を最大限に利用することが出来る（含有水分の蒸発により燃料の発熱量は低下する）。さらに篩いにより 5mm アンダーの粒状に調整され、着火性と燃焼性に優れている。</p>
<p>国内外の販売実績</p>	<p>提案事業者の有機性汚泥の年間受入総量は約 25,000 トンであり、2 機の処理施設により乾燥処理を行うことで 16% まで減容化（含水率は 10% ～30%）している。製造された乾燥汚泥は、大手セメント会社へ 500 トン/年、堆肥としては 3000 トン/年を出荷している。その他としては、ホームセンターにて販売されている園芸用堆肥の原料として 500 トン/年を販売している。海外の販売実績なし。</p>
<p>サイズ</p>	<p>5000mm x 10000mm（機器を設置した場合の全長及び全幅）</p>
<p>設置場所</p>	<p>ペルーリマ上下水道公社（SEDAPAL）管轄のサンタクララ下水処理場内に設置</p>
<p>今回提案する</p>	<p>汚泥乾燥装置：1基</p>

機材の数量	(排ガス処理としてサイクロン集塵機、脱臭炉を有する)
価格	1台(1式)当たりの製造原価：約31.2百万円 1台(1式)当たりの販売価格：約42.0百万円 本事業での機材費総額(輸送・関税等含む)：36.3百万円



## 第2 普及・実証事業の概要

### 1 事業の目的

本普及・実証事業を通じて、SESDAPAL の管轄する既存の下水処理場内に小型デモ用の乾燥処理施設（日量1トンの脱水汚泥【含水率80%】を処理）を設置し、既存の下水処理場で採用されている汚泥埋立と比較して、乾燥処理による汚泥燃料及び肥料の製造・販売によって環境負荷の軽減・汚泥処理費用の削減とともに、事業性確保による持続的運営が可能かを実証し、普及に向けての事業モデルを検討する。

指標：汚泥燃料の販売価格を3~3.5円/kgとして販売先候補の企業（セメント会社等）との連携枠組みについて、具体的に提示される。

案件化調査で明らかになった課題をふまえ、本事業では以下を基本方針として実施する。

（実証事業）

- ①実証機材として導入するデモプラントは、運用及び整備が比較的容易にできる機材とし、SESDAPAL の管理下にある既存下水処理場のうち実証対象とする処理場を選定し、提案技術の有効性を検証する。現地での汚泥乾燥装置の安定的な稼働を確認する。
- ②SESDAPAL 及び汚泥処理の技術者をはじめとして関係者に広く情報の共有と技術指導を行い、ペルー全土の下水処理場への普及を目指す。具体的には、SESDAPAL 職員に対して作業マニュアルを作成し、メンテナンス方法を指導することによりキャパシティ・ディベロップメントを図る。
- ③既存の下水処理施設における汚泥処理の改善方法として、提案技術を導入することによって、既存下水処理場への負荷軽減を図ると共に、同効果を定量数値で示す。具体的には、本提案の汚泥乾燥装置の設備導入を行い、費用削減効果を計測する。
- ④ペルー全国への水平展開を見据え、リマ市以外の地域の関係者へのヒアリングおよび技術仕様と汚泥燃料製造・運転コストの検討を行う。具体的には、排出される汚泥及び精製された汚泥燃料の成分分析を行う。また、セメント会社などのボイラーへの影響を確認する。

（普及事業）

- ⑤リマ市内の企業によって、適正な汚泥処理の重要性と汚泥燃料製造の有効性に対する理解が高まることを目的として、広報・啓発活動を行う。具体的には、学術機関関係者及び民間汚泥排出事業者に対し、成分分析結果、費用削減効果、汚泥処理技術についてワークショップを開き、提案法人の技術の活用について普及する。また、汚泥燃料の利用の仕方に関するセミナーを開き、汚泥燃料の有効性と費用削減効果に関して、セミナーを通じて紹介する。

## 2 期待される成果

本事業の実施により、提案法人の技術を活用した下水処理場で発生する有機汚泥を原料に、乾燥処理によって汚泥燃料を製造する技術の普及によって、環境負荷の軽減・汚泥処理費用の削減とともに、事業性確保による持続的運営を目指す。事業の実施によって直接的に得られる成果としては以下を期待する。

### (1) 実証

#### 成果1：脱水汚泥の乾燥処理、汚泥燃料化技術の有効性が実証される。

サンタクララ下水処理場の現状確認を行うと共に、同確認を踏まえた汚泥乾燥処理小規模プラントの設計を行う。また、設置に必要な機材、保全で必要となる交換部品等が現地にあるかどうかを確認する。汚泥乾燥処理小規模プラントを日本で調達及びリマへの輸送を行う。

汚泥乾燥処理小規模プラントの到着後、現地業者により設置工事を行う。小型デモプラントにより脱水汚泥（含水率 80%程度）を処理し、乾燥汚泥とする。乾燥処理により重量が 1/4 に減少し、減容することを SEDAPAL 及び排出業者に説明する。

#### 成果2：乾燥汚泥の性能（熱量等）、成分、価格等の商品としての有効性が実証される。

製造された汚泥燃料について成分分析を行う。SEDAPAL が汚泥燃料を民間企業（セメント会社等）へ販売するための買手との折衝を支援し、実際に買い手側が希望する性能を有し、販売の可能性が高いことを確認する。また、セメント会社等から生じる汚泥燃料の燃焼灰について、セメント会社と協力し成分組成分析等を行い、セメント原料としての再利用に問題が無いか検証する。

#### 成果3：SEDAPAL 職員への実証機材の適切な運営維持管理の技術指導が行われ、その効果が検証される。

デモンストレーションを行うことにより、乾燥設備の適正運営の知識を SEDAPAL 職員に説明する。設備仕様のマニュアル（スペイン語）、SEDAPAL 担当者への技術指導（点検、保守、部品交換等含む）を目的としたマニュアルを作成し、メンテナンス方法を説明する。本邦受入によりフルサイズの汚泥乾燥処理施設で研修を行い、実スケールの運営管理の知識を提供する。

### (2) 普及

成果1：リマ首都圏をはじめとするペルー国内の上下水道公社等公的機関関係者によって、汚泥燃料の有効性と費用削減効果が理解される。

上下水道局等公的機関関係者を対象に実証現場の公開しデモンストレーションを行う。実際に SEDAPAL の施設やセメント会社で使用した汚泥燃料の燃焼結果を上下水道局等公的機関関係者に提供することで、汚泥処分量の削減につながることを示す。さらに、汚泥燃料の利用の仕方に関するセミナーを開き、汚泥燃料の有効性と費用対効果に関して紹介する。

成果 2：リマ首都圏をはじめとする学術機関関係者及びペルー国の民間の汚泥排出業者によって、提案技術の有効性が理解される。

SEDAPAL の許可を得たうえで、民間の汚泥排出業者に対し、実証現場を公開しデモンストレーションを行う。SEDAPAL の施設やセメント会社で乾燥汚泥を使用した燃焼結果を提供することで、汚泥処分量の削減につながることを示す。さらに、汚泥及び汚泥燃料の成分分析結果、費用削減効果などを提示し、汚泥乾燥技術の活用について紹介する。

### 3 事業の実施方法・作業工程

#### 事業実施の方法（各活動内容）

実証に関する活動	
カウンターパートに対する既存下水処理場の改善効果の実証	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚泥乾燥装置の運転計画（工程表）を作成する。</li> <li>本事業の実証機材として提案する汚泥乾燥装置の詳細設計と設備導入を行う。</li> <li>汚泥乾燥装置の現地への設置、稼働確認、パイロット運転を行う。</li> <li>実証現場を公開しデモンストレーションを行う。</li> <li>小型デモプラントにより脱水汚泥（含水率 80%程度）を処理し、乾燥汚泥とする。乾燥処理により重量が 1/4 に減少することを示す。</li> <li>乾燥汚泥を実際にセメント会社で使用した結果（燃焼結果）を提供することで、汚泥処分量の削減につながることを定量的に示す。</li> </ul>
セメント会社に対する効果の実証	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚泥燃料について成分分析を行い、セメント会社への影響を確認する。乾燥汚泥燃料の燃焼灰についても、セメント原料として販売可能かどうか成分組成分析等を行い、情報を提示する。</li> <li>汚泥燃料の販売価格を 3～3.5 円/kg として販売先候補の企業（セメント会社等）との連携枠組みについて、具体的に示す。</li> </ul>

普及に関する活動	
カウンターパート技術者及びセメント会社に対する提案事業の技術の普及	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実証事業で分析・取りまとめたデータの整理を行う。</li> <li>● カウンターパート職員、学術機関やセメント会社を中心とした民間企業の技術者に対して提案事業の処理技術についてのデモンストレーションを行う。</li> <li>● 汚泥乾燥装置の使用方法およびメンテナンスマニュアルを作成する。 マニュアルに基づき、メンテナンス方法の指導・実習訓練を行う。</li> <li>● セメント会社以外にも食品製造工場運営会社、繊維工場運営会社、製紙会社などに提案技術の普及を行う。</li> </ul>











## 資機材リスト

詳細は 3. (1)-2 を参照。

## 事業実施国政府機関側の投入

- ・ 実証機材の設置場所（既存の下水処理場内）の提供及び汚泥の成分分析などへの協力
- ・ 実施機材の設置場所のコンクリート土間等の基礎工事及び電源設置工事（1次電源から装置周辺に受電器の設置）
- ・ 機材洗浄に使用する上水源の確保および水道料金の負担
- ・ 機材稼働に関するガス代及び電気代の負担
- ・ 汚泥及び乾燥汚泥の分析に必要な費用の負担
- ・ サンタクララ下水処理場以外の下水処理場から汚泥を運搬するために要する費用の負担
- ・ 消臭剤（次亜塩素酸ナトリウム）と pH 調整溶液（酢酸）の提供
- ・ 水質調査実施にかかる下水処理場内の研究室の使用
- ・ デモンストレーションの実施に必要な人員の配置

## 5 事業実施体制

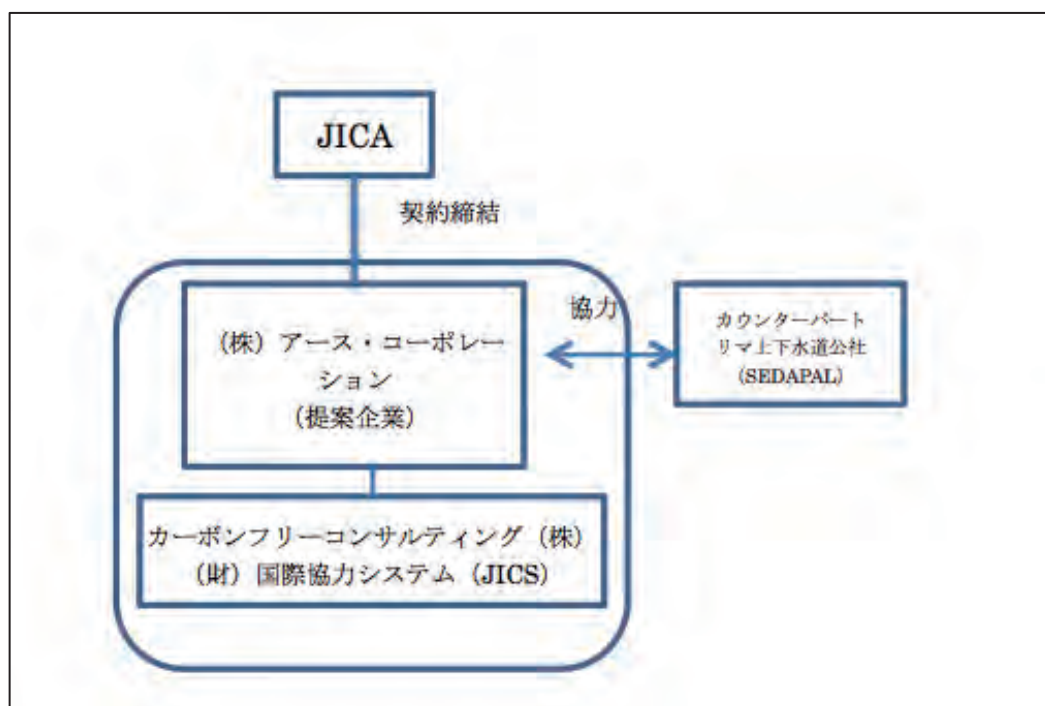


図 26: 事業実施体制図

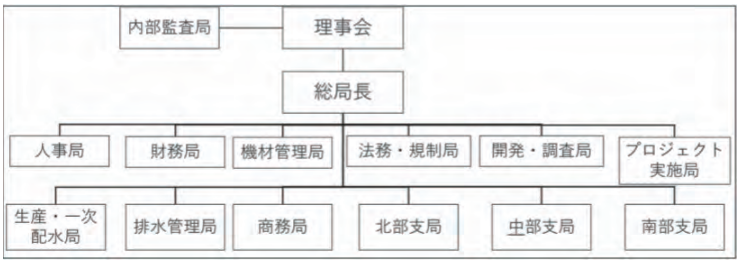
出典：提案法人作成

表 10：普及・実証事業での各社の役割

組織名	業務
リマ上下水道公社 (SEDAPAL)	カウンターパート： 本事業へのスタッフ配置、乾燥設備の設置、及び実証活動、本邦研修への積極的参加を求める。技術習得のためのセミナー開催や勉強会の運営の協力も依頼する。事業終了後は、設備維持管理の主体者となる。
(株) アース・コーポレーション	提案事業者： 汚泥処理事業を運営してきた知見を活かし、全体のマネジメント及び普及プランを作成する。普及プランに基づくペルーにおける事業化に向けての活動を行う。また、西語によるメンテナンスマニュアル作成の監修を行う。
カーボンフリーコンサルティング (株)	コンサルタント： 市場調査、関係者との連絡・調整、現地法制度調査、環境社会配慮調査、保険や通関手続き補助、現地でのデモンストレーションのアレンジ、報告書を作成する。
(財) 国際協力システム (JICS)	外部人材： ビジネス展開の出口の一つとしてノンプロ無償や他ドナーの活用など、ODA と連携した事業の可能性について調査する。

出典：提案法人作成

## 6 事業実施国政府機関の概要

相手国政府関係機関の名称 (正式名称)	リマ上下水道公社 (SEDAPAL : Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima)
所在地	Peru, Lima, Avenida Angamos Este, 1450
設立年	1981 年
代表者	Dumler Cuya Francisco Adolfo
組織図	 <p style="text-align: center;">SEDAPAL 組織図</p> <p style="text-align: center;">出典：SEDAPAL 提供資料に基づき提案法人作成</p>
所轄省庁	国家衛生事業監督庁(SUNASS: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento)
事業内容	リマ首都圏の上下水道サービスを担う。本部及び北部・中部・南部支局からなり、支局の中に合計7つの地域に区分けされたサービスセンターが設けられている。

<p>体制の概要</p>	<p>本事業で設置・実証した技術及び製品の維持管理は、事業終了後は現地カウンターパートで対応することとなる。汚泥乾燥装置の使用方法、メンテナンス方法などについての説明を SEDAPAL へ行い、事業期間中に維持管理方法について指導する。具体的には、西語のマニュアルを作成し、本事業実施後にカウンターパートが独立して維持管理を継続できるように支援を行なう。汚泥乾燥装置の耐用年数は、10 年程度を想定している。尚、カウンターパートが維持管理に負担する費用としては、移動式プラント設備を稼働させる為のガス代とメンテナンス費用が発生する。維持管理に掛かる費用としては、乾燥機設備を稼働させる為の天然ガス（月 50,000 円程度）とメンテナンス費用（月 50,000 円程度）を想定している。</p>
--------------	---

### 第3 普及・実証事業の実績

#### 1 活動項目毎の結果

(1)-1 本普及・実証事業における主な活動及び実績について下表の年表にまとめた。

表 11：主な活動及び実績

時期	実績
2018年11月	①第一回目現地業務を実施。 カウンターパートとの事前折衝、ほか複数の企業と面談し市場調査を実施。 リマ市商工会に提案事業の概要を説明するセミナーを開催依頼。
2018年11月	②実証プラントの入札、機材発注及び製作
2018年11月	③プラント完成。
2018年11月～2019年1月	④ペルーに向けて出荷準備など。 ・E社との建設工事請負契約の締結などを実施。 ・現地調査で収集した情報のとりまとめや文献調査を実施。
2018年12月～2019年1月	⑤現地法制度や規制に関する調査及び環境アセスメント等の文献調査。関税手続き、輸送手続きなど実施。
2019年1月	⑥日本からペルーへの海上輸送 1月12日カヤオ港着。 通関を経てサンタクララ下水処理場に機材移動。
2019年1月	⑦第二回目現地業務を実施。 ・設置工事を実施。 ・稼動確認、竣工式を実施。 ・リマ市商工会会員企業向けに機材設置の報告と提案事業についてセミナーを実施。 ・ANEPSSA PERU(ペルー上下水道公社50社が加盟する協会)への事業説明を実施。 セメント会社などと汚泥燃料の受け入れを協議。その他民間企業を訪問。
2019年4月～2019年5月	⑧第三回目現地業務を実施 ・実証プラントの運転テスト及び微調整。 ➤実証プラントの機材配置の変更 ➤汚泥処理の開始 ・カウンターパート技術者への運転指導、現場ワークショップを開催
2019年7月	⑨第四回目現地業務を実施 ・リマ市商工会環境部会にて提案事業の説明を行う。 ・法制度調査などを実施：投資促進庁、住宅建設衛生省、リマ市役所、水資源庁、環境省など。 ・カウンターパート技術者への運転指導を実施。(継続) ・リマ市商工会会員企業向けセミナーを開催。



	・民間企業の汚泥の受け入れを実施。
2019年10月～2019年11月	⑩第五回目現地業務を実施 <ul style="list-style-type: none"> <li>・カウンターパート技術者へのメンテナンス方法の指導</li> <li>・サンタクララ処理場にて6回の研修(2～3名/回)を実施</li> <li>・SEDACUSCOが運営する下水処理場視察</li> <li>・汚泥乾燥の燃料化について協議などを実施</li> </ul>
2019年12月	⑪本邦受入活動実施 実スケールの乾燥処理の運転管理業務の習得、廃棄物処理に係る法令や技術の学習のために、2019年12月1日～12月8日に渡り、SEDAPAL職員3名（及び現地商社P社から1名自費参加）に対して本邦受入活動を実施した。
2020年3月	⑫第六回目現地業務 <ul style="list-style-type: none"> <li>・SEDAPAL及びJICAと成果報告会および譲与式実施方針及びミニッツの内容確認を実施した。</li> <li>・リマ市商工会、住宅建設衛生省、外務省などに進捗を報告した。</li> </ul> サンタクララ処理場にて試運転およびメンテナンス作業を実施した。（設置機材の運転及び維持管理マニュアル（別添）に基づき指導を複数回実施した。）
2020年6月	第七回目現地業務（機材整備を予定）現地業務を予定していたが、COVID-19感染拡大により延期
2020年7月 契約変更（第1回）	COVID-19の感染拡大により契約変更し、履行期間を2020年8月31日から延長し2021年3月15日までとした。
2020年12月 契約変更（第2回）	COVID-19の感染拡大により契約変更し、履行期間を2021年3月15日から延長し2021年6月21日までとした。
2020年12月から 2021年2月	⑬外部備人を活用し、日本からのリモートによる調査活動を実施。また、現地備人によりカウンターパート技術者への指導を実施。

出典：提案法人作成

#### (1)-2 各活動内容と成果

①第一回目現地業務を実施：カウンターパートと今後の本事業の役割分担や負担事項の確認などを行なった。また現地備人とは委託する建設工場の詳細打ち合わせを実施した。さらに複数の企業と面談し市場調査を実施した。(2018年11月1日から10日)  
採択を受ける前に行ったJICA中小企業連携促進調査で、関心が高かった企業に訪問を行った。また、実証プラントの設置に関して、現地備人と工事の進め方や契約内容などについての事前協議を行なった。さらに、リマ市商工会の会員企業向けのセミナーを次回現地業務実施期間中に開催するために、リマ市商工会事務局側と事前協議を行なった。カウンターパートとは、本事業実施にあたり、役割分担や負担事項について齟齬が発生しないように詳細内容確認を行なった。さらに実証機材設置予定地を訪問して、設置場所の確認を行なった。  
主な面談先と面談内容については次表の通り。

表 12：第一回現地業務時の面談先と主な面談内容について

面談先及び業種	面談内容
カウンターパート・行政機関	
<p>面談先：SEDAPAL カウンターパート</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ガス、電気代は SEDAPAL が負担することを確認した。</li> <li>・ この実証結果を受け、下水処理場が抱える汚泥問題を解決できる事を期待している。特に汚泥が化石代替燃料になることを期待している。</li> <li>・ 分析については SEDAPAL が費用を負担する</li> <li>・ 今後 5 回の渡航で 1 日 3 検体 × 5 日間 = 15 検体 15 検体 × 5 回 = 75 種類の汚泥を実証できる事を説明し、SEDAPAL だけでなく SEDACUSCO など他の上下水道公社の汚泥、民間企業の汚泥も実証する事を再確認した。</li> <li>・ 処理場に送られてくる下水はユーザーの管理が悪い為、処理場の機材寿命を維持できない程、酷い汚泥の状況である。この実証を通し、少しでも含水率が下がり、効率化される事を期待している。</li> <li>・ 土台、フェンス、ドアの設置、ガスや水の調整、全ての書類手続きを 2018 年 12 月 30 日迄に終了する事を確認した。</li> </ul>
<p>面談先：ANEPSSA PERU 業種：ペルー上下水道公社 50 社が加盟する協会</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 汚泥処理に関しては、アレキパ、クスコ、LIMA の処理場に施設がある。今後 Cajamarca、Puno など 10 箇所以下水処理場を作っていく予定である。</li> <li>・ 月に 1 回の会合を全国何処かで開催している。</li> <li>・ ANEPSSA が支援する EXPO AGUA(例年 10 月下旬開催)は、2017 年はスイス大使館、2018 年はフランス大使館、2019 年の主催者はスイス、ドイツ大使館の予定である。出展ブース代は 2000 ドル～3000 ドル。提案事業者のブース出展も可能であるし、実証結果データが揃っていれば会場での本事業のプレゼンも可能である。</li> <li>・ SEDACUSCO は燃料として BIO ガスを利用している。日量 40t サイズの汚泥乾燥機に興味がある。CUSCO、Arequipa の汚泥(1 ドラム缶分相当)をサンタクララ処理場へ輸送して実証したい。今後 ANEPSSA が汚泥受入について SEDAPAL と協議して実施する方向で検討する事になった。</li> <li>・ SEDACUSCO では 6 年前に JICA の支援により作った下水処理場を更に能力を向上させたいと思っている。GIZ の協力で BIO ガスを電気に変える装置の導入を考えている。汚泥乾燥の燃料化にも大変興味がある。</li> </ul>
<p>面談先：住宅建設衛生省</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 汚泥の減量化できる事を高く評価する。</li> <li>・ オペレーションコストを下げる為に燃料として使用する事が望ましい。電気を生産できるのであれば、このアイデアは大変面白い。</li> <li>・ 実証機で様々な汚泥の乾燥をし、汚泥を分析して欲しい。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>エンジニアでもある副大臣に提案し、OTASS 住宅省のテクノロジー開発機構と進めていきたい。</li> <li>提案事業者には、技術協力の貢献を依頼した。</li> </ul>
面談先：ANA 水資源庁	<ul style="list-style-type: none"> <li>国家水資源計画の作成、ペルー国の水質管理を行っている。Lima を本社とし 14 箇所にオフィスがある。72 箇所の管理プラントを維持している。</li> <li>水資源法 997 で 2009 年 3 月認証された組織である。川や海への放流水基準値を定めている。例えば、SEDAPL(住宅建設衛生省が管轄) 生活排水処理水を VMA 基準値内であれば、最終的に川に放流することができ、その水を ANA が監査している。実際、LMP が守られているか水質検査するのは OEFA であり、LMP 基準値を満たさない場合は罰金がある。また、SEDAPAL の昼の基準値は規定内であるが、夜は基準値を満たしていない事があるので、通報があれば監査に行く。</li> <li>興味深い実証である。色々な市から汚泥を実験できないだろうか。泥の品質に関しては住宅建設衛生省で規制している。</li> <li>SEDAPAL がフィルターだけで処理して海に放流している場所への設置も検討してほしい。</li> <li>下水処理場はキャパ以上に処理していると考えている。汚泥脱水機など機材が壊れてしまいそのまま海に流されている事が問題である。住宅建設衛生省もそれに悩んでいるはずである。</li> </ul>
面談先：ADUANAS 税関	<ul style="list-style-type: none"> <li>港でのコストを下げる方法としては、事前税関手続きが必要である。これを実施すれば、48 時間(事前準備をしなければ 8 日間)で港から荷物を出せる。ただし、個別コンテナ(ANTICIPADO PUERUTO 中間倉庫を通さないで進める方法)にする事が大事である。総合コンテナの場合は保管所に入れられ、出すまでにかかなりの時間を要する。</li> <li>再来週 (2018 年 11 月下旬) に事前会議を設定予定である。</li> </ul>
民間企業・業界団体・大学など	
面談先：E 社 機材設置、輸送依頼相手	<ul style="list-style-type: none"> <li>機材設置に関しての打合せ。SEDAPAL の費用負担で土間、フェンス、ドアを設置する。</li> <li>工事は 2018 年 11 月中旬～12 月初旬迄で実施。</li> <li>1 月中旬 DHL により機材がカヤオ港に運ばれ、税関通過後に E 社へ輸送。その後 SEDAPAL に移動して組立作業を行った。</li> </ul>
面談先：T 社 業種：テキスタイル	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚泥処理は現在 10m<sup>3</sup>/年であるが、2019 年中旬に中和装置が導入される。凝集沈殿後のフロックが発生してから汚泥量が増すであろう。</li> <li>汚泥は有害廃棄物として処理しているが、乾燥する事で無害化される可能性がある為、処理費が安価になる事に</li> </ul>

<p>面談先：CCL リマ市商 工会</p>	<p>関心がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 会員企業は 15,000 社。</li> <li>・ 報告会は 1 万 5000 社へのメール発信と CCL 週刊誌で告知する。イベントの様子も CCL が発行している週刊誌に記載が決定した。(部数 15,000 部)</li> <li>・ 報告会には SEDAPAL を招聘することで合意した。</li> <li>・ ペルー国内の 55 ある地域商工会にも週刊誌は届けられる為、リマ市以外からの参加希望者も見込まれるであろう。</li> <li>・ ペルーには 235 万の正規の会社があり、300 万の非正規な会社がある。</li> <li>・ 汚泥乾燥処理に興味を持つ民間企業には 250kg(ドラム缶 1 個)を SEDAPAL へ運んでもらう事に協力して頂く。</li> <li>・ LIMA のペトラマス最終処分場は 1 ヶ月に 1 万 t のゴミを排出する。乾燥汚泥処理に興味を示すであろう。</li> <li>・ 2019 年 1 月 24 日にセミナーを行い、興味を持った企業には 3、4 回目訪問 3 月、6 月に実証を行う。5 回目訪問 10 月に CCL でセミナー開催予定。</li> </ul>
<p>面談先：LA MOLINA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA 国立農業大学</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 複数の下水処理場からの汚泥発熱量を測定している。</li> <li>・ 発熱量の分析できるが、塩素分の分析はできない。</li> <li>・ 汚泥を堆肥化する場合は重金属類(7 種)含有量の規定がある。</li> <li>・ 分析(数値取りまとめ、評価)に関して、学生も参加させて欲しいと依頼があった。最終的に日本での分析結果と比較する。</li> <li>・ 大学での提案事業についての講演依頼を受けた。</li> </ul>

出典：提案法人作成

		
<p>機材設置場所（サンタクラ ラ下水処理場）での測定</p>	<p>リマ市商工会との 協議の様子</p>	<p>SEDAPAL 下水局長との 協議の様子</p>
		
<p>水資源庁との 協議の様子</p>	<p>SUNAT との 協議の様子</p>	<p>住宅建設衛生省との 協議の様子</p>



## ② 実証プラントの入札、機材発注、設計及び製作（2018年11月）

実証プラントの入札を行なった。（2018年11月16日締め切り、17日開封。19日発注）その結果、北陽實業株式会社（本社：長野県伊那市）に発注することとなった。

実証プラントの仕様は前述した通りであるが、主な特徴として、汚泥の乾燥と排出に風の力を利用することが挙げられる。一般的な乾燥機は排出装置（スクリーコンベア等）を設けるが、乾燥機内で熱風による乾燥と攪拌軸による粉碎で細かく乾燥された汚泥は、排気ファンによる吸引で乾燥機から排出されサイクロン集塵機で回収される仕組みになっている。実証プラントは風により排出される仕組みであり、乾燥汚泥は一定の大きさと乾燥率とならなければ排出されないため、乾燥の品質が一定となるという特徴がある。

## ③ プラント完成

発注したプラントが完成した。現地までへの輸送の利便性を考えて、分割が容易にでき、現地での組み立て作業が効率的に行えるような設計となっている。



実証プラント全景

## ④ ペルーに向けて出荷準備など。

- ・ E社との建設工事請負契約の締結などを実施。
- ・ 現地調査で収集した情報のとりまとめや文献調査を実施。

## ⑤ 現地法制度や規制に関する及び環境アセスメント等の文献調査。関税手続き、輸送手続きなど実施。

現地法制度や規制に関する及び環境アセスメント等の文献調査を実施した。また適時関係行政機関と連絡を取り諸制度の内容確認を行った。特に、下水処理、廃棄物処理及び含まれる重金属に関する諸制度について調査した。（調査結果は1章(1)③事業実施国の関連計画、政策及び法制度、3章(5)環境社会配慮を参照のこと）さらに税関と輸入関係を統括している SUNAT (La Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria)の輸入部長などと複数回面談を行い、実証プラントがカヤオ港に到着後速やかに関税手続きを済ませるための方策を相談した。その結果、事前関税手続きを行うことで可能であることを確認した。その後も電話会議を実施し、詳細確認を行うとともに、輸送業者とも情報共有を行った。その結果、カヤオ港での関税手続きは順調に行うことができた。







⑥ 日本からペルーへの海上輸送(2018年12月7日に名古屋港出発) 2019年1月12日にカヤオ港着。通関を経てサンタクララ下水処理場に機材移動。

表 13： 梱包機材明細





PACKAGE NO.	DESCRIPTION	P/STYLE	N/W	G/W	DIMENSION (cm)			M3
			(kg)	(kg)	(L)	(W)	(H)	
1	⑤スクラバー	SKID/B	760	990	348	230	137	10.965
2	②乾燥炉ユニット	CASE/B	1,750	2,460	359	177	246	15.632
3	③熱風炉ユニット,④サイクロン	CASE/B	870	1,400	367	209	153	11.736
4	⑥ファン及びダクト類	CASE/B	260	410	130	114	217	3.216
5	①アジテーター	CASE/B	520	790	183	181	180	5.962
6	⑦操作盤2台,⑧ドラムリフター	CASE/B	240	600	151	205	255	7.894
TOTAL		6	4,400	6,650				55.405

出典：提案法人作成

梱包内容写真

	
スクラバー全景	スクラバー梱包の様子
	
乾燥機ユニット全景	乾燥機ユニット梱包の様子
	
アジテーター全景	アジテーター梱包の様子



	
換気ファン全景	換気ファン梱包の様子
	
熱風炉及びサイクロン	操作盤及びドラムリフター

⑦第二回現地業務を実施（2019年1月）

第二回現地業務では、設置工事を実施した。その後稼動確認、竣工式を実施した。さらにリマ市商工会会員企業向けに機材設置の報告と提案事業についてセミナー、民間企業訪問などを実施した。

主な面談先と面談内容については下表の通り。

表 14：第二回現地業務時の面談先と主な面談内容について

面談先及び業種	面談内容
カウンターパート・行政機関	
面談先：SEDAPAL カウンターパート	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 実証機設置に関する相手方負担事項や今後のスケジュールについての確認を実施。</li> <li>・ 機材は日本で組立て、試運転をした機材である事を再度説明した。</li> <li>・ SEDAPAL としては汚泥処理費を削減できる技術に大変期待している。この実証結果を受け大きな機材導入を目指す。</li> <li>・ 2019年1月13日リマ県サン・ファン・デルリガンチョ地区で下水管が破裂し、2000人以上の住民が浸水被害を受けた。更に15日新たな下水管も破裂した。この事件を受け、現在 SEDAPAL 幹部は繁忙な状況である。せっかく日本の機材が導入されたが、幹部が竣工式で出席できるか不明である。</li> <li>・ 別途サンタクララ処理場にて、機材設置の進め方について協議を行った。さらに、設置工事業者である E 社ともサンタクララ処理場にて設置場所、配電、ガス配管の確</li> </ul>

	認を行い、工事スケジュールの再確認を実施した。
民間企業・業界団体・大学など	
ANEPSSA PERU	<ul style="list-style-type: none"> <li>ペルー全土の汚泥に関する開発課題の確認と今後のSEDAPAL 以外の上下水道公社への進め方についての協議を行った。</li> </ul>
面談先：CCL リマ市商工会	<ul style="list-style-type: none"> <li>商工会会員企業の紹介依頼と会員企業向け提案事業の紹介セミナーを開催した。</li> </ul>
S 社	<ul style="list-style-type: none"> <li>鶏糞処理についての対応策を協議した。</li> </ul>
面談先：セメント会社 U 社	<ul style="list-style-type: none"> <li>U 社による汚泥燃料の活用の可能性についての協議を行った。</li> </ul>

出典：提案法人作成

#### ア) 設置工事を実施

第二回現地業務実施期間中に実証機材の据付を行なった。予め発注していたガスタンクや、スケジュール通りに関税を通過した乾燥機などの据付を行い、無事に完成した。

	
杭打ち作業の様子	ガスタンク設置の様子
	
機材の全景	屋根の設置
	
配電作業及び制御盤設置の様子	工事完成の様子

イ) 稼働確認を実施

確認機材：

(1) 乾燥機 (HK-300) (2) LPG 貯蔵タンク一式

検査年月日/場所 (1) (2) 共に 2019 年 1 月 25 日 サンタクララ下水処理場 (ペルー国リマ市)

検査内容：

(1) ①機器個別の動作チェック (通電チェック) ②無負荷運転：1 時間ほどの無負荷 (汚泥未投入) を実施し、日本で試運転した際に安定運転で表示された乾燥機入口温度 265 度となった。その他機器についても正常な動作となっていた。 ③負荷運転 (下水汚泥の乾燥処理)：下水汚泥を 55 kg アジテーターに投入し、乾燥処理した結果、約 0.25h で処理が完了した。自動投入 (バーナー制御の温度) は正常に作動することを確認した。  
(2) ①圧力チェック：タンク元圧 50mbar (5 kPa)、2 次ガスレギュレーター 30mbar と設定し、バーナー供給圧力の 20mbar (2kPa) を満たし、着火が確認できた。 ②バーナー着火：無負荷運転及び負荷運転にて着火を確認し、運転中失火の発生は無かった。

検査所見：

(1) 負荷運転時、投入汚泥 55 kg を 0.25h で全量乾燥処理 (220 kg/h) した。仕様書の処理数量である 240 kg/h を処理し、汚泥の含水率についても設計数値 (乾燥処理汚泥の含水率 20%~25%) の範囲内となる 22%となった。運転稼働について問題なく、事業における下水汚泥等の乾燥処理を実施できると判断した。

(2) 乾燥機バーナーの動作に必要なガス圧力を確認した。またバーナーを着火し、数時間連続の連続運転が可能であることを確認した。

上記の検査の結果、契約書、附属書その他関係書類に基づき検査を行った結果、機材の据付・稼働確認を完了したことを確認した。

機材の再配置

一部機材の配置移動を行った。当初の機材設置位置は土間内の左側 (汚泥脱水機建屋から見て) に投入装置と乾燥機が、偏った配置になっていたことで、作業効率が悪かった。そのため、各装置の位置関係を再度見直した結果、土間の中央に装置全体を設置変更した。この変更により作業同線が良くなったこと、そして装置を左右から点検できるようになった。

機材稼働時の写真（乾燥機HK-300）



撮影日 2019年1月28日



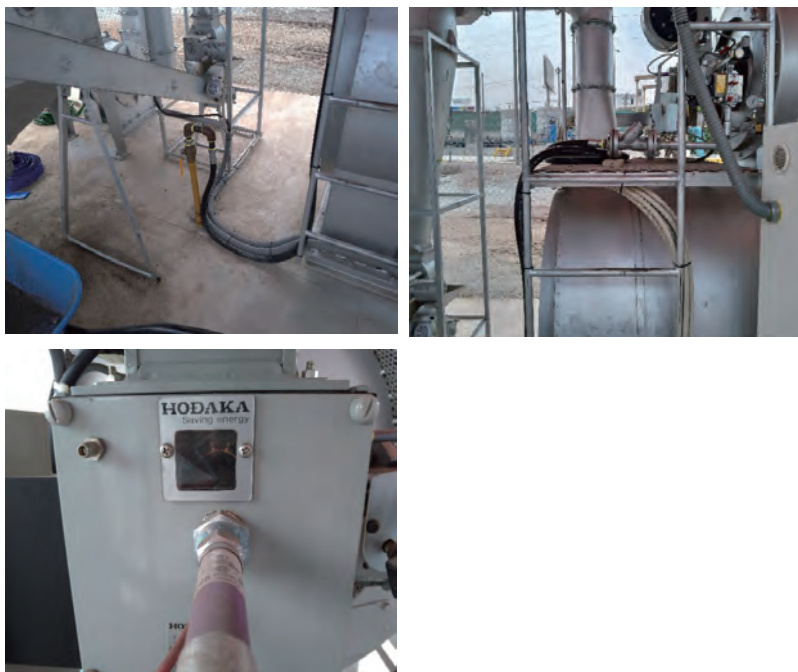
撮影日 2019年1月28日



### 機材稼働時の写真（LPGタンク）



撮影日 2019年1月28日



撮影日 2019年1月28日

稼働確認実施後、竣工式を執り行った。竣工式には、SEDAPAL 関係者の他 JICA ペルー事務所からも参列いただいた。テープカット後にプラント見学を行なった。

竣工式の内容	
1	SEDAPAL 開発調査部長挨拶
2	アース・コーポレーション社代表取締役挨拶
3	JICA ペルー事務所挨拶
4	テープカットと初稼働
5	プラント見学



ウ) リマ市商工会会員企業向けに機材設置の報告と提案事業についてセミナーを実施  
 リマ商工会議所 (CCL) にて、会員企業向けにセミナーを実施した。汚泥処理に関心がある 20 名ほどが参加し、提案事業について様々な質疑が行われた。また CCL からは、現在 CCL は環境対策をもっとも大事な課題としているため、国会議長が出席するペルー商工会連盟の講演で、アース・コーポレーションのペルーでの事業を発表したい。次回の現地活動では、環境委員会で発表して欲しいとの申し出があった。以後の現地活動でさらなる普及を行うこととした (後述)。

表 15 : 参加者リスト

セミナー参加企業 (団体) 名	業種
ONG AGUA LIMPIA	水処理業
Antares Aduanas	物流サービス業
Unión de Cervecerías Backus & Johnston S.A.A.	飲料・醸造業
Ecoarki	農業関連機材製造業
Serfi S.A.	潜在殺虫剤など製造業
Factoria Metalica HAUG S.A.	工業用タンク・プラント製造業
Oltursa	物流サービス業
Quimex S.A	化学品製造業
Swissotel Lima	宿泊業
Unitrade SAC	物流サービス業
Secretaria Técnica	ペルー技術事務局

出典：提案法人作成



 <p>Home &gt; 地域 &gt; ペルー &gt;</p>  <p><b>ペルー 日本</b></p> <p><b>ペルー：日本企業Earth Corporation～リマ商工会議所で汚泥処理設備について発表</b></p> <p>By Lidia Yuki On 2月 7, 2019</p> <p>去る1月24日、リマ商工会議所（CCL）にて、有機化合物・無機化合物汚泥や廃棄物のプロセスとリサイクルを専門とするEarth Corporationが主催する工業廃棄汚泥処理に関するセミナーが開催された。</p> <p>リマ商工会議所の環境と企業委員会委員長のホルヘ・ペレス氏は、ペルーにおける環境管理の重要性を述べながら歓迎の挨拶を行なった。</p>	 <p><b>COMISIÓN DE MEDIO AMBIENTE RECIBIÓ A AGENCIA JICA</b></p> <p>La Comisión de Medio Ambiente y Empresa de la Cámara de Comercio de Lima (CCL), presidida por Thomas Duncan, recibió el 24 de enero a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) para conocer el proyecto "Encuesta de verificación", que consiste en poder reciclar materia orgánica y convertirla en combustible. El proyecto a cargo de la empresa japonesa Earth Corporation tiene como propósito dar a conocer los beneficios del secado de lodo. Según los representantes del proyecto, el lodo seco funciona como combustible en las cementeras o como materia prima para albero. De otro lado, se conoció que Earth Corp., a través de un proyecto de investigación, confirmó que el lodo deshidratado, producto de las plantas de tratamiento de aguas residuales se le puede hacer un tratamiento de secado para reducir el volumen de masa y así disminuir sus costos en transporte para la disposición final.</p>  <p>Toyochi Hirata (Earth Corporation), Hisanori Nozaki (Earth Corporation), Akira Ushimaru (Earth Corporation), Thomas Duncan (CCL) y Esteban Higuchi (Earth Corporation)</p>
<p>NAMBEI NEWS に掲載</p>	<p>CCL 会員向け月刊誌に掲載</p>

以下 NAMBEI NEWS の記事転用

去る1月24日、リマ商工会議所（CCL）にて、有機化合物・無機化合物汚泥や廃棄物のプロセスとリサイクルを専門とする Earth Corporation が主催する工業廃棄汚泥処理に関するセミナーが開催された。

リマ商工会議所の環境と企業委員会委員長のホルヘ・ペレス氏は、ペルーにおける環境管理の重要性を述べながら歓迎の挨拶を行なった。



JICA（国際協力機構）を介して日本政府が行っている海外における開発援助プロジェクトの一環として Earth Corporation はリマ市の「調査プロジェクト」を行った。いくつかの汚水処理施設を見学し、PTARS から排出される脱水汚泥に乾燥処理が行えると確認した。

2014年10月、富山県に本社がある Earth Corporation は、JICA 主催の「ラテンアメリカ 民間企業調査団」に参加しペルーを訪れた。

JICA の資金援助によって行われた訪問で、Earth Corporation の処理方法がペルーの工業汚泥処理に有効だという結果に至ったため、地元の SEDAPAL と連携し、サンタクララの排水処理施設に試験的なプラントを設置する研究契約が締結された。



契約内容は SEDAPAL の汚泥処理に留まらず、その他の企業も興味があればプロジェクト期間中に行われるワークショップやセミナーに参加することができる。

今回のセミナーには、リマ商工会議所の環境と企業委員会委員長のホルヘ・ペレス氏、Earth Corporation 代表取締役 野崎裕功氏、JICA アシスタントレジデント代表 中川祐美氏、その他リマ商工会議所の環境と企業委員会関係者が参加した。



エ) ANEPSSA PERU（ペルー上下水道公社 50 社が加盟する協会）への事業説明を実施セメント会社などと汚泥燃料の受け入れを協議。

ANEPSSA PERU は、ペルー上下水道公社 50 社が加盟する協会であり、国内上下水道事業向上に努めている。案件化調査実施時から ANEPSSA PERU は提案事業について関心を示しており、今後の水平展開ができる可能性が高い相手と考えている。そのため、本面談では、本事業の進捗状況を改めて説明するとともに、今後の連携の仕方などを話し合った。今後 ANEPSSA が主催している EXPO AGUA や講演会などで、提案事業のプレゼンテーションを行う機会を提供したいとの申し出があった。さらに今後も本事業に関わる見学会や普及セミナーなどには参加したい旨のコメントを得た。

・セメント会社 U 社

国内最大のセメント会社 U 社とは、案件化調査時から複数回面談を行い、実証事業で生産される汚泥燃料の活用について協議してきた。今回の訪問は、汚泥燃料を受け入れることの再確認とともに、U 社の燃料購入についての現状を確認した。その結果、環境に配慮した取り組みであり積極的に協力したい旨の申し出があった。また、U 社が熱源として使用している天然ガスの値段が年々右上がりであり、代替となる燃料としての受け入れは検討したいとのコメントを得た。



・ 鶏糞処理問題を抱える企業（S 養鶏場）への面談を行った。

同社では、敷地 14,000m<sup>2</sup>、12 万羽を飼育し卵を生産している。鶏糞が日量 30t 発生し、悪臭と菌を媒介するハエ（蛆）に対する住民の苦情を解決するために本事業で使用する乾燥機に興味があることを確認した。現在では、一部を天日乾燥し、有価で 1 部を販売している。しかし、悪臭とハエの問題から、殆ど販売せずに処理している。処理費は運賃込みで US\$300（約 30t 分）/日である。S 社とは今後日本製の乾燥機の導入やオペレーションについての技術指導などで連携を模索するために提案事業者と協議を続けることとなった。




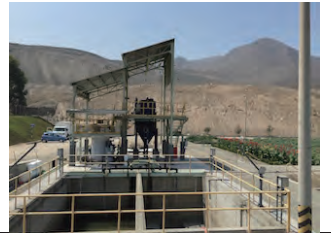


⑧第三回現地業務を実施（2019年4月-5月）

第三回現地業務では実証プラントの運転テスト及び微調整、実証プラントの機材配置の変更を行なった。さらに汚泥処理を開始し、カウンターパート技術者への運転指導、現場ワークショップを開催した。

主な面談先と面談内容については以下の通り。

表 16：第三回現地業務時の面談先と主な面談内容について

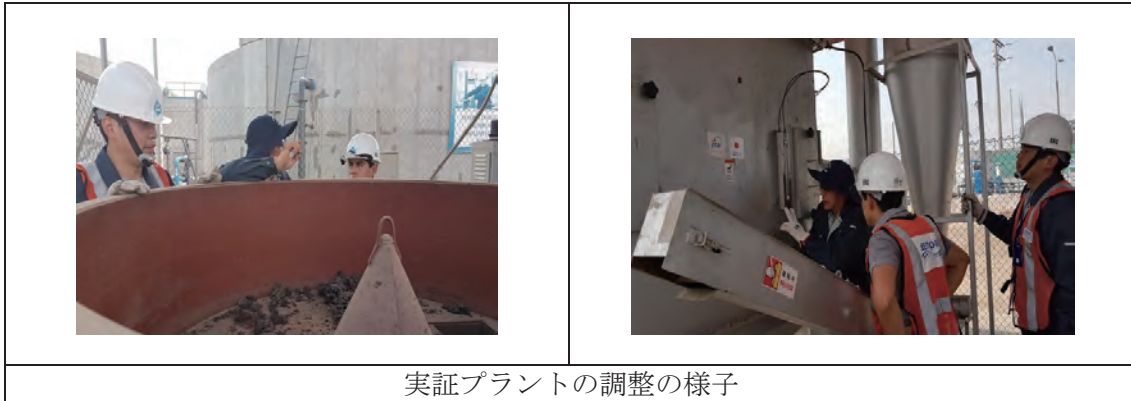
面談先及び業種	面談内容
カウンターパート・行政機関	
面談先： SEDAPAL カウンターパート	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カウンターパートからは、現場技術者が十分にプラントの管理ができるように、研修を十分に行って欲しいとの要望があった。そのため、当初予定していた2日間の研修日数を5日間へ増加することが決まった。またオペレーションマニュアルによる作業手順の統一化を測ることとなった。</li> <li>・ワークショップの内容などについて協議を行った。その結果日本で実施している内容の紹介、ペルーとの比較や改善点を提示することとなった。</li> <li>・技術者への研修日数を2日間から5日間への増加を要請。(2日間の技術研修は短いと感じる。現地技術者が十分にプラントの管理ができないままになるのではないかと心配している) その結果決定事項：5日間の研修を行うことになった。</li> </ul>
民間企業・業界団体・大学など	
面談先：CCL リマ市商工会	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CCL 会員向け第二回セミナーの開催に向けた事前打ち合わせを行った。その結果、セミナー開催は2019年7月上旬～下旬に実施し、CCL 環境部署関係者や汚泥処理関係者を対象にする。参加者数は30名～50名にすることを確認した。</li> <li>・CCL 会長と面談を行い、今後も本件について協力する旨を要望した。</li> </ul>
面談先：U社	<ul style="list-style-type: none"> <li>・U社による汚泥燃料の活用の可能性についての協議を行った。その結果、16日間から1ヶ月の間燃料として使用することが決定した。汚泥燃料の成分分析をU社側で行いその分析結果次第で今後どのように活用するかを検討するとのコメントを得た。また、燃料供給装置の形状などの情報を今後共有することとなった。</li> <li>・天然ガスの値段が年々右上がりであり、燃料としての受け入れは前向きに検討したい。汚泥燃料以外にもタイヤの解体・資材再利用に興味がある。アースから何か良い処理方法がないかの提示を期待しているとのコメントを得た。</li> </ul>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>U社での面談の様子</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>U社設備の様子</p> </div> </div>

出典：提案法人作成

ア) 実証プラントの運転テスト及び微調整

第三回現地業務時に実証プラントの運転テストを行った。

また SEDAPAL の汚泥状況にあった処理パラメーターの調整を行った。その結果、実証プラントの運転の最適化を行うことができた。



イ) カウンターパート技術者への運転指導、現場ワークショップを開催

SEDAPAL 研修センターにて、技術者 30 名に実証プラントの使用方法の説明・技術移転を行った。前半は「日本における汚泥処理と資源循環に関するワークショップ」

(Taller sobre tratamiento de lodos y reciclaje de recursos en Japón)と題し、日本での取り組みについての概要説明を行った。後半は、実証プラントに移動し、試験的に稼働を行った。参加者からは、日本の有機汚泥との差異や、汚泥の成分分析方法などについての質問などがあり闊達な意見交換が行われた。(プラントの操作マニュアル、点検表など別添)





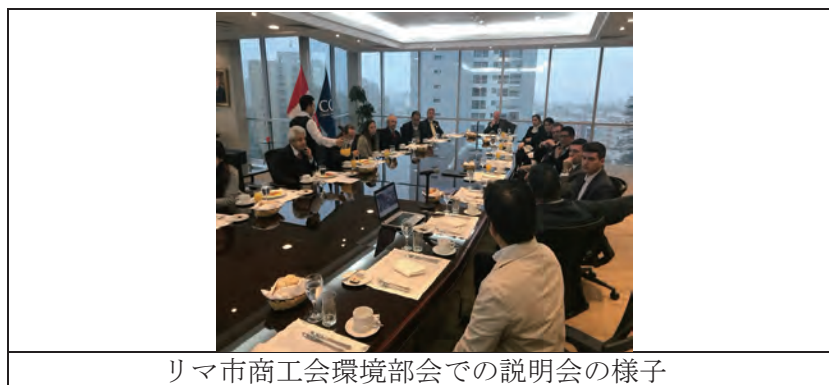
汚泥のテスト処理

サンプル摂取の様子

⑨第四回現地業務を実施（2019年7月）

ア）リマ市商工会環境部会にて提案事業のプレゼンを実施。

リマ市商工会環境部会の朝食会議（19名参加）で提案技術の説明を実施した。また、リマ市商工会会員企業向けのセミナーの事前打ち合わせを行った。報告会の模様はCCLが発行している週刊誌（8月上旬）に記載が決定した。（部数15,000部）



リマ市商工会環境部会での説明会の様子




イ）法制度調査などを実施

主な面談先と内容は以下の通り。

表 17： 法制度調査の主な面談先

面談先	面談内容
投資促進庁	最新のコンセッション案件の確認を実施。
住宅建設衛生省	大臣に提案事業の説明を実施。 提案技術の再説明と進捗状況の報告。
リマ市役所	<ul style="list-style-type: none"> <li>法務部庁に、市行政として汚泥に関する追加的な規制をふかしているかどうかを確認した。その結果、政府の規則通りであることが判明した。</li> <li>リマ市の汚泥発生量は107t/日であり、下水処理事業の問題は大きな課題である。</li> <li>リマ市庁舎には市長の提案を決定する33名の評議員がいる。面談者はその環境担当である。</li> <li>固形廃棄物、汚泥に関して問題視はしているが、市として規制や法律はなく国の制度に従っている。以前</li> </ul>



	<p>はリマ市長が SEDAPAL の評議に参加していたが、現在は国に委任している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>市の固形廃棄物を処理している I 社との契約が終了する為、今後入札で新企業を決める必要がある。新しい技術を有する企業があれば紹介して欲しい。</li> </ul>	
水資源庁	<ul style="list-style-type: none"> <li>提案技術の説明と汚泥に関する規制を確認。川、海に放流する水質のみを検査している為、サンタクララ処理場の水質管理は実施していない。通常、住宅建設衛生省総合環境関係部が分析を実施するが、サンタクララ処理場に関しては処理場に委任している。</li> </ul>	
環境省	<ul style="list-style-type: none"> <li>EIA について確認。</li> <li>移行期間が長かったが、EIA は 2017 年から SENACE が管理している。</li> <li>排水は住宅建設衛生省、ANA が管理する。</li> <li>汚泥燃料は石炭の半分の二酸化炭素排出である為、関心があり本プロジェクトの実証結果に期待している。</li> </ul>	
		
投資促進庁との面談の様子	リマ市役所との面談の様子	環境省との面談の様子

ウ) カウンターパート技術者への運転指導を実施。

エ) リマ市商工会会員企業向けセミナーを開催。

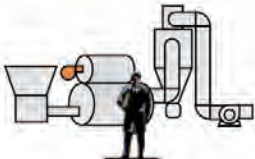
2019年7月22日に、リマ市商工会にて会員企業を集め、本事業についてのセミナーを開催した。セミナーにおいては、実証機である小型乾燥機を稼働して電気量及びLPG使用量をモニタリングし、SEDAPALの汚泥とパルプ汚泥乾燥処理コストを算出した結果などを発表した。(資料別添)

	Santa Clara	Pulpa de papel	平均値
Tiempo de proceso (h)	4 horas	40 minutos	
Volumen del lodo procesado (kg)	450	170	
Volumen de proceso por hora (kg/h)	112.5	255	
Costo eléctrico (\$) *1		0.67	
Consumo (kWh)	48.6	7.5	
Volumen (kW)	12.15	11.2	
Combustible *2 (\$)		23.2	
LPG使用量 (m3)		5.97	
h) (m3/h)		8.955	
処理費 (\$ / kg)		0.026	

\*1 Datos del consumo eléctrico  
Según la oficina de JICA el costo sería de 0.06 \$/kWh.

\*2 Datos del consumo de combustible  
Cálculos de costo ⇒ 1 gal(liquid) = 0.94m3(gas)  
2.43 (\$/gal(liquid)) / 0.94 (m3(gas) / gal(liquid)) = 2.59 \$ / m3(gas)

### 機械乾燥 (デモプラント)



人工	1名
処理能力	240 kg/h
燃料使用量	○ Nm3/h (LPG)
使用電力量	○ kW

### 機械乾燥 (LPG) に要するコスト

- 汚泥処理量  
 $240 \text{ (kg/h)} \times 10 \text{ (h/日)} = 2.4 \text{ t/日}$  ※計算しやすいように10時間運転
- オペレーター  
 $25 \text{ (\$/人} \cdot \text{日)} \times 1 \text{ (人)} = 25 \text{ \$/日}$  ※月給500\$, 月20日の勤務の場合
- LPG使用量  
 $2.59 \text{ (\$/m3(gas))} \times \text{○ (m3/h)} \times 10 \text{ (h/日)} = \text{\$/日}$
- 電気  
 $\text{○ (kW)} \times 10 \text{ (h/日)} \times 0.06 \text{ (\$/kWh)} = \text{US\$/月}$

合計 ○US\$/日

●汚泥1t当たりの処理コスト  
 $\text{○} / 2.4 = \text{\$/t} \cdot \text{日}$

図 27: 処理費用及び運用コスト

### 【セミナーのアンケート結果】

- 1: 汚泥について理解が深まった。
- 2: 大変良かった。汚泥処理と再利用はペルーにとって大事なテーマである。  
このような調査やイニシアチブは汚泥処理の良いモデルになるであろう。
- 3: 汚泥処理を調査する上で検査に関わっている。セミナーは大変よかった。
- 4: 様々なプロセスと使用方法が分かり、コストに関しても理解が深まった。
- 5: とても良く説明されていた。
- 6: 大変良いセミナーだった。自社の汚泥をテストしてみたい。
- 7: 大変良かった。
- 8: ペルーの非効率なシステムを改善して汚染を減らしたい。
- 9: 新たな汚泥処理方法を知る事ができた。
- 10: 期待通りの解決方法を知り、我々の汚泥に付加価値がある事を知った。  
環境にも貢献でき素晴らしい方法である。

11:情報がクリアで良いセミナーであった。



汚泥サンプルの説明


汚泥乾燥処理コスト算出結果を説明

セミナー参加者集合写真

オ) 民間企業の汚泥の受け入れを実施。

民間企業工場から発生する汚泥の受け入れを行い、実証機材を用いた乾燥処理を行った。

汚泥受入企業

企業名	汚泥の種類	実証結果
A 社	パルプ廃棄物 汚泥	汚泥受入量：300kg 乾燥時間：40分 含水率の変化：68.7% → 11.2%
		
		処理の様子



乾燥された汚泥



含水率の変化






左が乾燥処理前、右が乾燥処理後

実証結果：燃料として使用できる水準（5%～12%程度）まで適正に乾燥処理ができた。



<p>M 社</p>	<p>テキスタイル製造段階で発生する汚泥</p>	<p>汚泥受入量：284kg          乾燥時間：1 時間 30 分          含水率の変化：82.5% → 0.3%</p> <div data-bbox="639 409 1353 712">  </div> <p style="text-align: center;">処理の様子 1</p> <div data-bbox="639 752 1353 1111">  </div> <p style="text-align: center;">処理の様子 2</p> <div data-bbox="639 1151 1353 1335">  </div> <p style="text-align: center;">含水率の変化</p> <p>実証結果：燃料として使用できる水準（5%～12%程度）まで適正に乾燥処理ができた。異物が多く、安定した処理に懸念を有する。</p>
<p>F 社</p>	<p>生肉解体作業段階で発生する汚泥</p>	<p>汚泥受入量：200kg          乾燥時間：2 時間          含水率の変化：89.4% → 20%～40%</p> <div data-bbox="639 1659 1353 1877">  </div> <p style="text-align: center;">汚泥の様子</p>

		 <p style="text-align: center;">汚泥処理の様子</p> <p>実証結果：含水率 89.4%から 20%～40%まで乾燥することができたが、乾燥後の汚泥は均一に乾燥できておらず含水率の差異が発生した。結果として汚泥の水分量が多く燃料として使用可能な水準まで乾燥することができなかった。</p>
Pr 社	野菜処理業段階で発生する汚泥	<p>汚泥受入量：204kg  乾燥時間 2 時間  含水率の変化：82.5% → 22.5%</p>  <p style="text-align: center;">汚泥の様子</p>  <p style="text-align: center;">汚泥処理の様子</p> <p>実証結果：含水率 89.4%から 22.5%まで乾燥することができたが、汚泥の水分量が多く燃料として使用可能な水準まで乾燥することができなかった。</p>

⑩第五回現地業務を実施（2019年10月）

ア) カウンターパート技術者へのメンテナンス方法の指導を実施

サンタクララ処理場にて6回の研修(2～3名/回)を実施した。研修2日目の調査団不在中に作業員がプラントへ大量の汚泥を投入した事で根詰まりした。研修3日目にプラントの修理を行い、今後そのようなミスが無いよう指導した。（設置機材の運転及び維持管理マニュアル（別添）





イ) SEDACUSCO クスコ上下水道公社の運営する下水処理場施設訪問

SEDACUSCO 側の要望により、現地視察を行い、汚泥乾燥の燃料化について協議を行った。SEDACUSCO が運営管理している 2 つの下水処理場のうち、JICA が借款を行った実績のある下水処理場を訪問した。本下水処理場では、GIZ の支援のもと、下水処理場から発生すバイオガスを利用して、発電を行うことが予定されている。すでに 1 部の機材が設置されており、2020 年には稼働する見込みである。発電された電力は、下水処理場内の設備稼働のための電力として使用される。国際と国内の JV の機材を入札した。

(ProInversión でなく SEDACUSCO 独自で入札を行なった) 処理量は 3,500m<sup>3</sup>/日。350KW の発電装置で自家消費する。機材費は 1,400 万円(4500sol) である。

設置予定の機材は小型であり、SEDACUSCO としては、提案技術を活用し、45m<sup>3</sup>/日の汚泥(生汚泥 300m<sup>3</sup>/日→脱水後 45m<sup>3</sup>/日)を処理できる乾燥機で乾燥汚泥し発電に利用したいと考えている。そのため、サンタクララ下水処理場の実証機で SEDACUSCO の下水処理場で発生する汚泥を輸送して(1 ドラム缶分相当)乾燥させてみたいと考えている。

現在は遠心分離で含水率 70%まで下げ、運搬会社 EC 社が中間処理施設でコンポストしている。処理費は 87sol/m<sup>3</sup> (2km と 10Km の処理場迄の運搬費込み)であり、2,000 万 sol で年間契約している。





EC 社汚泥運搬車

乾燥後の汚泥

EC 社製造肥料

ウ) 住宅建設省環境課との面談

提案技術の説明と汚泥処理規制内容を確認した。その結果、含水率に対する基準はあるが、汚泥堆肥利用の基準はないことと、農家への肥料の販売に関しては問題ないことを確認した。2018年に更新された規定は No93-2018:2018 有機固形物のモニタリングに関するプロトコールである。燃料化は非常に興味深く 2018年にアップデートされた基準内で汚泥の燃料化は問題ないことを確認した。関連法令について確認を行なった。

エ) LA MOLINA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA 国立農業大学

- ・ 実証事業により発生した乾燥汚泥の成分分析の依頼をした。2017年から実施している『下水処理場と衛生施設の現場から発生する汚泥の特性、処理方法と再生可能プロジェクト』の一貫でリマ市4箇所の汚泥に含まれる9種類の重金属の分析を大学からSGS(分析会社)に依頼して分析結果を得た。
- ・ 提案事業者の日本での分析方法は、蛍光 X 線法(XRF)で元素の含有量を測定している事を説明した。



住宅建設衛生省と協議

LA MOLINA 大学と協議

LA MOLINA 大学分析結果表

⑪本邦受入活動実施

(a) 目標

カウンターパート候補機関が、提案製品の仕組みやその活用方法について、実スケールの乾燥処理の運転や管理業務及び、日本における廃棄物処理に係る法令や技術について体系的に学習し、有効活用方法について理解が深まること。

(b) 本邦受入活動の成果

乾燥処理施設（日量 60t 処理）の各設備の見学及び提案事業者による管理方法の内容の説明を行った。実際の処理工程を視察したことで、乾燥処理の有効性や現地での導入施設の規模のイメージを参加者と共有することができた。また日本の行政、下水処理場、民間リサイクル事業者の講義受講やこれらを視察することで日本のリサイクルへの取組みについて理解が深まった。（アンケート調査結果添付）

本邦受入活動にて提案技術の稼働状況を実際に視察することで、参加者は提案事業者の技術力に対する信頼感が高まり、乾燥処理の有効性や現地での導入施設の規模のイメージを持ってもらうことができたことは、大きな成果である。そして提案事業者のリサイクルについての技術と知識への信頼感を深めることができ、次の事業展開に繋げていける実感を得た。

表 18：本邦受入活動のスケジュールと主な成果

日付	内容	主な成果
12/2 (月)	提案事業者本社 (キックオフミーティング)	汚泥の適正処理の重要性に関する講義を実施した。日本での汚泥処理ビジネスモデルを詳しく知ることができた。
	乾燥施設見学	参加者は、汚泥燃料を製造する技術を見学した。参加者は、上記製品の製造工程を理解することができた。
	実習	参加者は、汚泥処理施設管理体制、リサイクル製品の管理などの説明を受けたのちに実習を行なったことで、処理工程について学ぶことができた。
12/3(火)	提案事業者本社にて講義	富山県生活環境文化部環境政策課担当者を招聘し、日本における廃棄物関連法令の説明を行なった。また、リサイクル促進への取り組み事例の紹介を行なった。この講義を通して、日本における廃棄物関連法令の理解と、取り組みについての理解が深まった。
	下水処理施設の設備見学	下水処理施設（富山県下水道公社神通川左岸浄化センター）を見学した。このことにより、管理手法の理解が深まった。
	乾燥汚泥製造施設の見学	最終製品化の製造工程を学ぶことができた。
12/4(水)	意見交換会の実施	富山大学都市デザイン学部とともに、提案事業者が行なっている環境浄化についての研究を紹介するとともに、リサイクルへの取り組みについて意見交換を行なった。このことにより日本における最新のリサイクル技術についての理解が深まった。
	市の廃棄物施設見学	射水市の一般廃棄物焼却処理施設を見学した。ペルーにおいては焼却処理施設が殆ど存在していないため、焼却処理方法についての説明を行うとともに、その有用性についての理解が深まった。
	市の廃棄物施設見学	射水市のし尿処理施設を見学した。ペルーにおける処理方法と異なる点について参加者は興味深く様々な質問を行なった。日本のし尿処理技術について理解が深まった。



12/5(木)	民間リサイクル施設見学	無機リサイクル施設の見学を行なった。参加者の直接の業務範囲ではないが、無機物質についての処理方法についての理解を深めることができた。
	民間リサイクル施設見学	廃プラスチック、紙屑などの廃棄物燃料製造施設を見学した。廃棄物燃料の理解が深まった。
	民間リサイクル施設見学	食品残渣によるメタン発酵施設の見学を行なった。メタン発酵については、ペルーでも一部導入する動きがあるため、参加者は興味深く見学を行なった。
12/6(金)	民間水処理施設見学	民間による高度水処理を行うための施設を見学した。日本の水処理技術の高さについて理解が深まった。
12/7(土)	乾燥機メーカーの施設見学	乾燥機メーカーの工場見学を行うとともに、乾燥処理試験を実施した。大規模設備による処理方法について学ぶことができた。

出典：提案法人作成

	
提案事業者の施設見学の様子	
	
富山県生活環境文化部環境政策課 による日本の下水処理についての講義	富山県下水道公社神通川左岸 浄化センター見学の様子

	
<p>富山大学都市デザイン学部との 意見交換会の様子</p>	<p>射水市 射水市衛生センター 見学の様子</p>
	
<p>リサイクル関係の民間企業施設訪問の様子</p>	

以下は本邦受入活動における参加者のアンケート結果である。

表 19：本邦受入活動における参加者のアンケート結果

質問内容	回答
Q1: 今回の本邦研修ではあなたの期待は満たされましたか。	<ul style="list-style-type: none"> <li>期待を上回った内容であり満たされた。(4名とも同じ回答)</li> </ul>
Q1-2: その理由もお聞かせください。	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本で取り組む循環型社会を目にして各企業の努力と取り組みを実感した。下水処理施設、汚泥処理施設などの見学もできた。</li> <li>日本で取り組む循環型社会が大変興味深い。SEDAPAL の下水処理場で発生する汚泥の再利用についてのアイデアを促進する。特にサークルエコノミーそして廃棄物処理、エネルギー化についての理解が進んだ。</li> <li>日本はすべてを環境上の利益のために再利用し、継続的に改善していることが驚いた。</li> </ul>



<p>特に印象に残った、役に立ったものはプログラムを記載ください。 また印象に残らなかった、役に立たないプログラムを記載ください。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 研修全てが役に立ちました。民間企業、行政の見解を理解する事ができた。</li> <li>・ 訪問した全ての企業の印象が凄く良かった。</li> </ul>
<p>Q3 研修を受けて、ペルーに持ち帰って実行したいことや実現したいことは見付かりましたか。あれば教えてください。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ SEDAPAL で嫌気性方法を使ってメタンガスの生成を実践して、同時に汚泥の乾燥も行いたい。現状では下水処理場で発生する汚泥がそのまま運搬して最終処分場に運搬している。加工すれば二次製品として再利用できる。</li> <li>・ SEDAPAL の事業に関連するビジネスにもっと適用したい、例えば下水処理、汚泥処理、工業用污水处理など実現したい。</li> <li>・ 環境を保護し、生産を最大化することは非常に良い政策であり、間違いなく循環経済となっていると感じた。</li> <li>・ 各企業の污水处理の取り組み、下水処理の技術と汚泥処理の再利用の取り組みなど実現をしたい。</li> </ul>
<p>Q4 研修効果を最大化する上で、運営スタッフの働きは適切でしたか。改善点がありましたら教えてください。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 時差ボケを直す期間を設けて欲しい。</li> <li>・ 訪問先での対応が滞りなく行われており内容も秀逸であった。</li> <li>・ 訪問先の企業と行政との取り組みに関する詳細情報を含めて頂きたい。</li> </ul>
<p>Q5 今回の本邦研修を踏まえて、続編の研修が行われるとしたら、どのようなテーマ、プログラムを期待しますか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 嫌気性処理方法、設計、操作、メタンガスを生成する為のトレーニング。</li> <li>・ 汚泥乾燥技術とシステム化の続編。</li> <li>・ 環境管理、JIS、ISO14001</li> <li>・ 排水処理、下水処理技術、廃棄物の再利用方法</li> </ul>
<p>Q6 今後の下水(脱水)汚泥の乾燥処理及び乾燥処理を活用した燃料、肥料製造技術に対して、アース・コーポレーションのような日本の民間企業に期待することは何ですか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 提案事業者がペルーに支店を設立して SEDAPAL から排出される下水処理場の汚泥乾燥処理について受託して、二次製品として肥料製造などを行う。</li> <li>・ SEDAPAL には、汚泥の含水率を減らすための最新の機器が必要であり、提案事業者がペルーにおいて広めて欲しい。</li> </ul>

出典：提案法人作成

⑫第六回現地業務を実施（2020年3月）

ア）式典（報告会）実施方針及びミニッツ確認

SEDAPAL、JICA、在ペルー日本大使館、リマ市商工会など、本事業の関係者と譲与式、報告会などの詳細について打ち合わせを実施

イ) 行政機関、関連機関、汚泥燃料販売予定先に案件概要説明とニーズ確認を実施  
(脚注なき場合は先方からのコメント)

- 住宅建設衛生省(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento :MVCS)  
汚泥をプラントで処理できておらず乾燥時間やコストも高くかかり大問題となっており、一律の法律もできていないため企業ごとに処理方法がばらばらである。今後のビジネス展開について、大きな処理プラントのニーズもあると思われ、処理コストの比較等でメリットがわかれば現実味があるのではないかと。
- 市民防災庁(Instituto Nacional de Defensa Civil :INDECI)  
直結するニーズは現在のところ見当たらないが、洪水など災害後の流木等有機廃棄物処理には困ることがあり、鉱山残渣物など危険廃棄物の扱いには携わる。非常時集水装置などの必要性について、SEDAPAL と連携すべく協議している。特に防災関連企業等で汚泥乾燥処理や燃料のニーズがあるところには紹介できる。
- 国家戦略策定局(Centro Nacional de Planeamiento Estratégico :CEPLAN)  
サイト視察もしくはビデオでのパイロットプラント見学に興味がある。  
国家開発計画策定にあたり、健康や情報インフラ、衛生などあらゆる分野のグッドプラクティスを収集している。  
企業よりは公共セクターとのつながりが深い。
- 外商観光省(Ministerio de Comercio Exterior y Turismo : MINCETUR)  
直結するニーズ・コネクションは現在のところないと思われる。  
過去案件の教訓から、日本の新しい技術をペルー側で保守運営するのは難しい可能性があると考えられる。(提案事業者から本案件では丁寧に保守運営指導している旨説明)
- 環境省(Ministerio de Ambiente : MINAM)  
案件概要説明とパイロットプラントの動画を共有した。  
固形廃棄物と汚泥処理に関するルールが明確でなく、特に地方では汚泥は処理されずにそのまま廃棄されているような状況である。  
本事業で汚泥処理プラントが機能すれば国内に広げていけるため興味深い。
- 外務省(Ministerio de Relaciones Exteriores : MRE)  
今後、日本企業が長期に渡り設備の運営保守等を行う際に考えられる問題点を確認。  
仮に ODA の場合、両政府間の交換公文(Exchange Notes : E/N)がペルー法律よりも上位となるためその内容が優先される。よって法規関連で問題になるとは考えにくい。  
SEDAPAL 等上下水道公社は政府機関ではないため、省庁が実施機関となる場合よりも法的にはフレキシブルといえる。  
他関連法の詳細については今後の事業展開が明確になったら確認をした方がよい。
- 日秘商工会(Cámara de Comercio e Industria Peruano-Japonesa)  
パイロットプラント見学を登録企業に呼び掛けることを依頼した。  
日秘商工会に登録している企業団体 94 社(日系 36、ペルー58、2019 年 3 月時点)のリストを取得した。
- 上下水道公社協会(Asociación Nacional de Entidades Prestadores de Servicios de Saneamiento del Perú :ANEPSSA)  
ANEPSSA 会員の上下水道公社+自治体計 54 団体の特に技術者を対象にパイロットプラントについて説明を行う。

・ U社

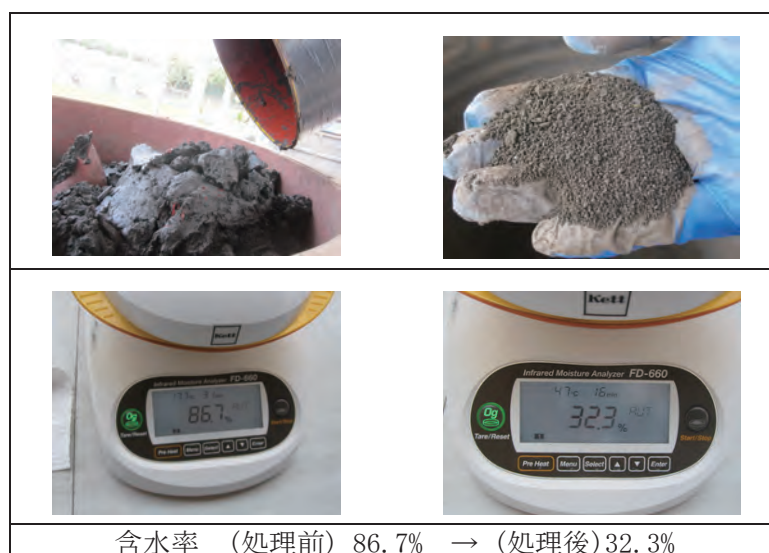
汚泥燃料の発熱量が最重要と考えている。現状よりもう少し発熱量が必要であるため、処理後の汚泥の含水率を15~20%に下げたい。

上記分析およびU社内部での経費等の調査を終えれば、汚泥20トン程度を提供する手続きが可能になると考える。



(ウ) パイロットプラントの運転及びメンテナンスを実施

サンタクララ処理場にて試運転およびメンテナンス作業を実施した。設置機材の運転及び維持管理マニュアルに基づき指導を複数回実施した。



⑬外部傭人を活用し、日本からのリモートによる調査活動を実施。また、現地傭人によりカウンターパート技術者への指導を実施。

第七回現地業務（機材整備を予定）現地業務を予定していたが、COVID-19 感染拡大により実施ができなくなった。そのため、契約変更を行い、履行期間を延長した。  
さらに、現地傭人を活用して、以下の活動を実施した。

ア) リモートにより現地関係行政機関、民間企業への調査を実施

表 20： リモートによる調査先と内容

調査先	調査内容
水資源庁(ANA)	国会衛生計画の進捗状況の確認 国家水資源計画の排推分野での現状確認
住宅建設衛生省 (MVCS)	汚泥再利用についての制度設計の進捗状況の確認 新排水基準について変更があったかどうか確認
環境省 (MINAM)	排水についての制度設計の進捗状況の確認 環境行動国家計画の改定についての現状確認
計画投資庁(Pro-Inversion)	今後の下水、排水分野（下水処理場の建設など） のコンセッションの予定（予算、時期、規模など）
環境衛生総局 (DIGESA)	EIA（処理設備導入及び燃焼についての環境社会配慮 についての手続きの進め方の確認）
持続的投資環境認証サービス 局 (SENACE)	EIA（取得にあたっての書類及び取得までの期間など についての手続きの確認）
世界銀行 (World Bank)	水分野（特に下水）実施プログラムの成果と現状 新規プロジェクトの有無の確認
ドイツ国際協力公社 (GIZ)	水分野（特に下水）実施プログラムの成果と現状及び 新規プロジェクトについて確認
ドイツ復興金融公庫 (KfW)	水分野（特に下水）実施プログラムの成果と現状及び 新規プロジェクトについて確認
UNDP（国連開発計画）	水分野（特に下水）実施プログラムの成果と現状及び 新規プロジェクトについて確認
欧州共同体委員会 (CEC)	水分野（特に下水）実施プログラムの成果と現状及び 新規プロジェクトについて確認

調査により判明した内容については、本報告書の各項に記載してある。

イ) 現地傭人を活用して、カウンターパート技術者への指導を実施

サンタクララの技術者（排水処理施設のメンテナンス業務従事者）に対して、2020年11月10、11、12、13、19、23日 12月8、14、15、18日にメンテナンス方法の指導・実習訓練を実施した。指導内容は、給脂箇所の確認、危険箇所（高温箇所及び回転部）の説明、定期点検項目、ベアリング交換方法の説明、ファンベルトの交換方法の説明、減速機オイル交換である。各回の参加者は2～3名であった。



## 2 事業目的の達成状況

本事業は、「汚泥乾燥処理小規模プラントを設置し、脱水汚泥の乾燥処理、汚泥燃料化を通じ、現在、採用されている汚泥埋立との間での環境負荷の軽減・対費用効果の比較実証を行うと共に、提案技術・機材の普及モデルを提案する」ことを目指すものである。そのために、実証機材として導入する汚泥乾燥用のプラントは、コンテナに分解し、海上輸送、陸上輸送も可能であり、設置工事も容易にできる設計としている。

サンタクララ下水処理場の現状確認を行うと共に、同確認を踏まえた汚泥乾燥処理小規模プラントの設計を行った。そして設置に必要な機材、さらに保全で必要となる交換部品等が現地にあるかどうかを確認した。その後、汚泥乾燥処理小規模プラントを日本で調達及びリマへの輸送を実施した。汚泥乾燥処理小規模プラントの到着後、現地業者により設置工事を行った。前述の通り、輸送、設置ともに滞りなく実施することができた。

### (1)-1 脱水汚泥の乾燥処理、汚泥燃料化技術の有効性を実証する。(実証活動)

小型デモプラントにより脱水汚泥(含水率 80%程度)を処理し、乾燥汚泥を製造することができた。この乾燥処理により重量が 1/4 に減少し、減容することを SEDAPAL 職員及び排出業者に実証することができた。小型デモプラントにより処理を行った汚泥は、サンタクララ排水処理場、マンチャイ排水処理場、パルプ汚泥(製紙会社)、テキスタイル排水脱水汚泥(M社)、食肉処理工場排水汚泥(Fri社)、食品製造工場汚泥(Pr社)のものである。総稼働時間は84時間である。小型デモプラントの運転稼働を行い、はじめ様々な汚泥を処理した結果、含水率が20%~5%程度に乾燥することができた。しかし、脱水汚泥の粘性が高く、乾燥炉の内壁に付着することにより熱風との接触面積が小さくなり、投入量を減らす必要があったため、処理量の低下を招いたことがあった。汚泥の粘性が低く、解砕し易いパルプ汚泥は処理量と乾燥物の含水率は良好であった。大型乾燥プラントでは乾燥炉に付着しない対策が取られており、十分に乾燥処理が可能である。

また、前述の通り汚泥燃料を民間企業へ販売するための買手との折衝を行った。実際に買い手側が希望する性能を有し、販売の可能性が高いことを確認するために、本事業で製造される汚泥燃料の試験的な使用についての交渉を行った。実証結果を用いてセメント会社や煉瓦製造会社などへ説明したところ、カロリーは2,300~2,800kcal/kg程度とそれほど高くはないものの、燃料としての使用には問題がないことが確認できた。(発熱量は大型プラントでは乾燥汚泥の含水率が5%以下となることから、ペルーの乾燥汚泥も3,200~3,500 kcal/kgの状態出荷が可能となる)

乾燥プラントで処理した乾燥汚泥に対し、日本においては、発熱量、水分量、灰分量、有機元素(炭素、水素、窒素)及び蛍光X線測定装置による元素組成(Na~Uまで)を行った。ペルー国ではラ・モリーナ農業大学では日本と同様に発熱量、水分量、灰分量、有機元素(炭素、水素、窒素)、有害物質(金属元素)、寄生虫数や大腸菌群数などを測定した。また SEDAPAL より排水処理施設6ヵ所から排出される脱水汚泥の分析結果を提示された。

ラ・モリーナ大学で行われた分析方法と検出結果を比較すると、大きな差異はなく、アースガリサイクルに用いる評価基準に当てはめても問題ないと考えられる。



表 21: サンタクララ下水処理場脱水汚泥乾燥物の燃料性能等の分析結果  
(日本国内にて分析)

	測定項目									
	% 水分量	% 灰分量	kcal/kg-dry 高位発熱量	kcal/kg-wet 高位発熱量	% 炭素	% 水素	% 窒素	% 硫黄	% カリウム	% リン
乾燥汚泥 (25/04/2019)	28.1	36.8	3206	2341	31.3	4.1	4.7	0.087	0.088	0.343
乾燥汚泥 (25/11/2019)	19.6	32.4	3459	2816	33.2	4.6	5.9	0.087	0.087	0.315

(1)-2 乾燥汚泥の性能（熱量等）、成分、価格等の商品としての有効性が実証される。  
(実証活動)

燃料性能については、日本の汚泥に比べてカロリーは低く、灰分量（燃焼残さ）は多かった。セメント会社は、熱源としての活用を行う。石炭の補助燃料としての活用が見込まれる。一方で煉瓦製造については、製造工程において、粘土に炭素源として無煙炭やバイオマス（もみ殻）を添加している。炭素源は 950°C で 36 時間焼成させる際、炭素が燃焼しレンガ内部で熱を発生させ水分の蒸発と、熱によるレンガ内部（原料元素）の融着を促進させる効果がある。煉瓦製造会社（F 社）の試験結果とその感想では、煉瓦への乾燥汚泥の添加量は、2~5%の範囲で想定されており、5%とすれば、25 トンを利用可能である。仮に 80%から 5%に乾燥した場合に発生する乾燥汚泥重量 25 トンでは、原料脱水汚泥は 118 日/トンとなり、事業当初に想定していたリマ市の汚泥発生量 107 トン/日を上回る利用が見込める。

一方で、肥料としての活用については、成分分析を行った結果以下の通りとなった。肥料利用については重金属類含有量の規制値と寄生虫（大腸菌群）が含まれていないことが条件である。また重金属類については下表の規制値である。

表 22 : ペルー国内最高条例 (NO515-2017-VIVIENDA) の汚泥処理物の衛生パラメータ

項目 (ppm)	Arsénico ヒ素	Cadmio カドミウム	Cromo クロム	Cobre 銅	Plomo 鉛	Mercurio 水銀	Níquel ニッケル	Zinc 亜鉛
基準値	40	40	1200	1500	400	17	400	2400

指標	クラス A	クラス B
糞便汚染の指標	<i>Escherichia coli</i> 大腸菌 < 1000 NMP/ Ig ST <i>Salmonella s.</i> サルモネラ菌 < 1 NMP / IO ST	衛生状態のレベルは、この規則のアネックス 2 のセクション II で、殺菌用として定められた技術を使用して代替的に示すことができる。
寄生虫卵の指標	Huevos viables de Helmintos 蠕虫の卵 < 1 / 4g ST 若しくは、衛生技術を用いたことを示す。	

日本及びペルー国で有害物質の含有量やリサイクルに対する性能を分析し、得られた結果を評価した。

表 23: サンタクララ下水処理場脱水汚泥乾燥物の有害性等の分析結果  
(ペルー国内にて分析)

サンプル		構成						
N°	内容	日付	種類	湿度%	Cl (塩素) - ppm	F (フッ素) - ppm 0.5	S (硫黄) % 0.01	N (窒素) (t)-ppm
1	乾燥汚泥	04/09/2019	Lodos	30.0	445	2.6	0.50	60500
2	乾燥汚泥	05/11/2019	Lodos	28.0	458	3.2	1.23	6900
3	乾燥汚泥	03/12/2019	Lodos	16.0	557	4.8	0.99	62200

サンプル		構成						
N°	内容 日付	MA1274 Pリン (t) ppm 10	MA1045 Cr (クロム) (VI)- ppm 0.4	MA0370 Hg (水銀) ppm 0.01	MA1620 K (カリウム) ppm 0.5	MA1124 Ag (銀) ppm 0.2	MA1124 Al (アルミニウム) ppm 100	MA1124 As (アスタト) ppm
1	乾燥汚泥 04/09/2019	17944	<0.4	0.31	5750	4.8	5064	4.6
2	乾燥汚泥 05/11/2019	15171	4.8	0.49	2850	3.4	4117	6.6
3	乾燥汚泥 03/12/2019	11957	9.0	0.34	2740	1.5	4917	11.1

サンプル		構成						
N°	内容 日付	MA1124 B (ホウ素) ppm 2.5	MA1124 Ba (バリウム) ppm 10	MA1124 Be (ベリリウム) - ppm 0.4	MA1124 Bi (ビスマス) ppm 5	MA1124 Ca (カルシウム) ppm 100	MA1124 Cd (カドミウム) ppm 0.3	MA1124 Co (コバルト) ppm 0.04
1	乾燥汚泥 04/09/2019		106	<0.4	<5	34877	1.4	2.48
2	乾燥汚泥 05/11/2019	11.3	102	0.4	<5	37772	59.7 (基準を超過)	2.60
3	乾燥汚泥 03/12/2019	39.4	162	<0.4	<5	36462	2.5	2.74

サンプル		構成						
N°	内容 日付	MA1124 Cr (クロム) - ppm 0.3	MA1124 Cu (銅) ppm 0.5	MA1124 Fe (鉄) - ppm 100	MA1124 K (カリウム) ppm 100	MA1124 Mg (マグネシウム) ppm 100	MA1124 Mn (マンガン) ppm 2	MA1124 Mo (モリブデン) ppm 0.09
1	乾燥汚泥	17.4	109	6571	5750	5200	167	4.82

	04/09/2019							
2	乾燥汚泥 05/11/2019	187.4	642	6498	2852	4117	151	5.94
3	乾燥汚泥 03/12/2019	31.4	192	7638	2738	3911	550	6.30

サンプル		構成						
N°	内容 日付	MA1124 Na (ナトリ ウム) ppm 100	MA1124 Ni (ニッ ケル) ppm 1	MA1124 P (リン) ppm 100	MA1124 Pb (鉛) ppm 0.3	MA1124 Sb (アン チモン) ppm 5	MA1124 Se (セレ ン) ppm 0.9	MA1124 Sn (ス ズ) ppm 10
1	乾燥汚泥 04/09/2019	1263	17	17944	19.1	<5	3.5	<10
2	乾燥汚泥 05/11/2019	1004	23	15171	334.0 (基準を 超過)	<5	6.8	<10
3	乾燥汚泥 03/12/2019	1158	22	11957	41.6	<5	2.9	<10

サンプル		構成						
N°	内容 日付	MA1124 Sr (ストロン チウム) ppm 0.5	MA1124 Ti (チタ ン) ppm 100	MA1124 V (バナジウ ム) ppm 2	MA1124 Zn (亜鉛) ppm 0.5	MA1637 DQO ppm 0.5	MA1553 PCS kcal/kg	MA1276 PCI kcal/kg
1	乾燥汚泥 04/09/2019	119.9	<100	25	714.1	790000	3913.52	2739.00
2	乾燥汚泥 05/11/2019	263.4	<100	15	1686.8	177000	4199.07	3107.00
3	Lodo seco 03/12/2019	199.9	<100	16	747.8	68.6	3383.30	2842.00

サンプル		構成				
N°	内容 日付	MA1276 炭素 % 0.01	MA1574 蠕虫の卵 卵 /2 g 1	MA1575 糞便性大腸菌群 cales NMP / 10g 2	MA1576 大腸菌 NMP/10g 2	MA0369 有機物質 % 0.01
1	乾燥汚泥 04/09/2019	30.1	11 検出	54000 検出		
2	乾燥汚泥 05/11/2019	34.0	5 検出	3500 検出	3500 検出	51.38
3	乾燥汚泥 03/12/2019	31.6	2 検出	16000 検出	16000 検出	43.69

有害物質（重金属類）に関しては、サンタクララ排水処理場の脱水汚泥乾燥物で1度カドミウムの基準値（40 ppm）を超過していた（59.7 ppm）。燃料に対する基準値が無いことから、日本の土壌汚染等対策基準値で評価すると、鉛の含有量が（150 ppm）を超過していた（平均 240 ppm）。その他の有害成分（カドミウム、六価クロム、水銀、セレン、ヒ素、ふっ素、ほう素）は基準値内であった。

表 24: 60t/day 大型乾燥プラントにおける寄生虫及び大腸菌群の殺菌効果  
(日本国内において分析)

○ 大腸菌群の測定

	生汚泥	乾燥汚泥 No.1	乾燥汚泥 No.2	乾燥汚泥 No.3
検出結果	1,100,000 個/g	<10 個/g	<10 個/g	<10 個/g

本測定方法は汚泥または乾燥汚泥懸濁液を 10、100、1000、10000 倍に希釈し、デオキシコール酸塩寒天培地（大腸菌のコロニーは赤色に呈色する）で培養し、発生したコロニー数をカウントする。

○ 寄生虫の測定

	生汚泥	乾燥汚泥
検出結果	陰性（不検出）	陰性（不検出）

本測定方法は、McMaster Method にて測定している。

乾燥処理による寄生虫の殺菌効果を評価した結果、寄生虫の卵が検出されており、乾燥プラントによる処理では十分な殺菌効果を得ることができなかったことが示された。

・ 原因についての考察

乾燥プラントで十分に殺虫及び殺菌できなかった理由については、システムによる要因と汚泥による要因が考えられる。

システムによる要因としては、

- ① 攪拌羽の物理的なエネルギーにより乾燥時間が十分でない汚泥が炉外に排出された。
- ② 熱風により浮遊できる重量であれば炉外に排出されることから、乾燥が十分でない汚泥があったことが考えられる。汚泥による要因としては、
- ③ 汚泥の粘性が高く、攪拌羽による汚泥の解砕が上手くいかず、乾燥メカニズムが効果的に働かなかったことが考えられる。処理量低下も粘性が影響していると推測される。

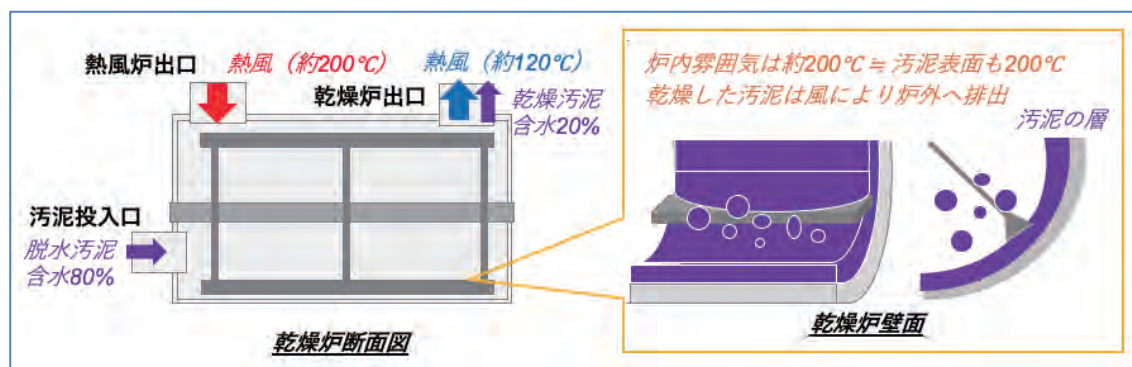


図 28：設置機材の構造図

乾燥プラントで汚泥が乾燥され排出されるプロセスは、200℃の熱風が通過する乾燥炉内に汚泥が投入され乾燥していくと重量が軽くなる、軽くなったことで乾燥熱風と共に乾燥炉内を出て、サイクロン集塵機で乾燥汚泥は回収される流れである。汚泥の乾燥をより効率的に行うために汚泥を潰す攪拌軸が乾燥炉に取り付けられている。

しかしながら、提案事業者の運用する 60t/day の大型乾燥プラントにおいて、大腸菌群と寄生虫の検査を行った結果下表の通り、十分な効果を示した。肥料の有効成分（窒

素、リン酸、カリウム)は日本の乾燥汚泥と同様の数値であった。肥料性能は日本と同様に栄養が多量に含まれているわけではないが、植物に微量必須成分である亜鉛、モリブデン、銅なども含まれており、牛糞堆肥のように肥料の効果を主目的とせず、土壌改良剤として活用できると考える。また成分が極端でないことから、他の資材と混合することで活用することは可能であると考えられる。

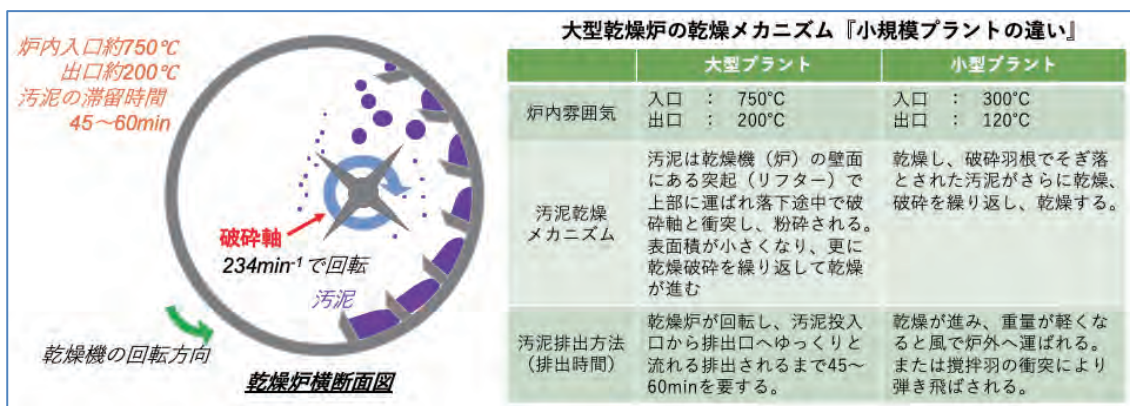


図 29：大型乾燥炉とデモプラントの比較

有害物質(重金属類)に関しては、サンタクララ排水処理場の脱水汚泥乾燥物(05/11/2019)で1度カドミウムの基準値(40 ppm)を超過していた(59.7 ppm)。燃料に対する基準値が無いことから、日本の土壌汚染等対策基準値で評価すると、鉛の含有量が(150 ppm)を超過していた(平均 240 ppm)。その他の有害成分(カドミウム、六価クロム、水銀、セレン、ヒ素、ふっ素、ほう素)は基準値内であった。

有害物質の含有量についてはカドミウムがペルーの最高条例の基準を超過し、鉛は日本の基準を超過していた。有害物質の中で重金属類は乾燥による揮発することは少ないため(水銀は低沸点のため揮発する可能性がある)、脱水汚泥に含まれていれば、取り除くことは難しくなる。汚泥中に蓄積された有害物質は流入水に由来すると考えられることから、下水利用者に対する監視と原因を突き止めることが必要になってくると考える。

燃料性能は日本で提案事業者が扱う下水汚泥に対して低い水準にあった。特に灰分量が多くなる要因としては、ペルーの排水処理槽内の汚泥の滞留時間が長く、分解されて無機分が堆積することによると、SEDAPAL 側よりコメントを受けている。今後砂や泥の流入、分離した後合流していないかなどを確認したいと考えている。

### (1)-3 SEDAPAL 職員への実証機材の適切な運営維持管理の技術指導が行われ、その効果が検証される。(実証活動)

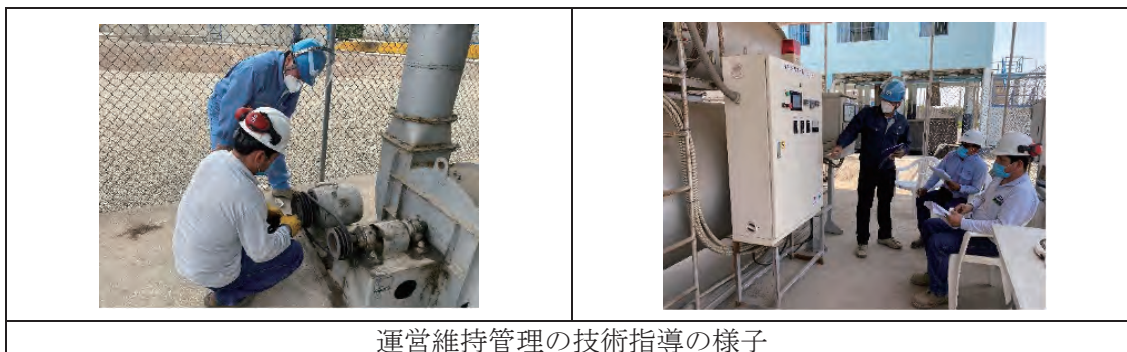
前述の通り、2019年4月26日にSEDAPAL職員を対象に室内ワークショップ及びプラント設置場所において現場ワークショップを開催した。現場ワークショップでは、プラントを試験的に稼働させて、全体のフローの確認と各機材の役割などを説明した。さらに、翌27日には、プラントの運転指導を行った。

第四回現地業務においては、設備仕様のマニュアル(スペイン語)を用いてSEDAPAL担当者への技術指導を行った。また第五回、第六回現地業務においては、点検、保守、部品交換等含むメンテナンス方法を説明した。

小型乾燥機の譲渡に際し、継続して管理できるように装置のメンテナンス等の方法を指導した。指導内容は給脂箇所の確認、危険箇所(高温箇所及び回転部)の説明、定期点検項目の説明、運転中の点検箇所確認、ファンベルトの交換方法の説明などを行った。指導



を受けた SEDAPAL 職員は下水処理施設の管理を行っており、機器に対する知識を十分に持っており、指導内容を適切に理解した。



#### (1)-4 ペルー国内の上下水道局等公的機関関係者によって、汚泥燃料の有効性と費用削減効果が理解される。(普及活動)

ペルー上下水道公社 50 社が加盟する協会である ANEPSSA PERU には、本事業についての説明を行なっている。ANEPSSA PERU からは強い関心が示されており、今後、デモンストレーションに参加したいとの申し出があった。さらに ANEPSSA PERU 加盟組織である、第五回現地業務時に、セダクスコからは具体的に日量 40t サイズの汚泥乾燥機に興味があり、クスコ及アレキパの下水処理場で発生する汚泥(1 ドラム缶分相当)をサンタクララ処理場へ輸送して実証したいとの申し出があった。今後 ANEPSSA が汚泥受入について SEDAPAL と協議して実施する方向で検討する事になった。

以下は汚泥に含まれる重金属濃度である。日本の肥料取締法<sup>19</sup>及びペルーの汚泥利用時の規制値と比較すると、サンタクララ下水処理場の乾燥汚泥はいずれも規制値以下であることが確認できた。

<sup>19</sup> [http://www.famic.go.jp/ffis/fert/sub2\\_qa/sub2\\_qa.html](http://www.famic.go.jp/ffis/fert/sub2_qa/sub2_qa.html)

表 25： 乾燥汚泥の成分分析結果と日本の堆肥取締法及びペルーの汚泥利用時の規制値との比較

下水処理場名	As ヒ素 (mg/kg)	Cd カドミウム (mg/kg)	Cr クロム (mg/kg)	Cu 銅 (mg/kg)	Pb 鉛 (mg/kg)	Hg 水銀 (mg/kg)	Ni ニッケル (mg/kg)	Zn 亜鉛 (mg/kg)
サンタクララ	6.0	3.7	469.7	159.0	53.0	0.8	46.3	625.7
日本の規制値	50 以下	5 以下	500 以下	豚ぶんを原料として使用するもので現物あたり 300mg/kg 以上を含有する場合以上含有する場合に限り必要	100 以下	2 以下	300 以下	豚ぶんを原料として使用するもので現物あたり 300mg/kg 以上を含有する場合以上含有する場合に限り必要
ペルーの規制値	40 以下	40 以下	1200 以下	1500 以下	400 以下	17 以下	400 以下	2400 以下

出典：サンタクララの汚泥についてはラモリーナ大学による分析

また、他の成分分析結果は以下の通りである。この結果の通り、灰分が 21.46%と高い。炭素は 33.58%と低い。（日本の汚泥は 40%以上）このため、発熱量が日本における乾燥汚泥の発熱量（通常程発熱量が 4000cal/g 程度）よりも低くなっている。これは、汚泥の脱水に使用している高分子凝集剤及び泥や細かい砂などの無機成分が処理槽に流入し、汚泥として排出されている可能性が高い。今後カウンターパートにヒアリングを行い、これらの要因について処理のプロセスの見直しなどについて対応が可能かを協議したい。現状においては、燃料としての使用は可能であるものの、カロリーベースでの買取を想定している石炭代替燃料としての活用を考えているセメント会社などへの販売価格は低くならざるを得ない結果となった。（但し、大型プラントの導入により含水率を 5%まで軽減できればカロリーを上げることが可能となることが推測される。大型プラントの設置コストと、販売価格の差異による採算性を考慮して、ビジネス展開を検討したい）

表 26：汚泥の成分分析結果 1

下水処理場名	C 炭素 (%)	H 水素 (%)	N 窒素 (%)	S ケイ素 (%)	O 酸素 (%)
サンタクララ	33.58	4.93	5.34	1.22	23.22

出典：ラモリーナ大学による分析

表 27：汚泥の成分分析結果 2

下水処理場名	含水率 (%)	揮発性 物質 (%)	灰分 (%)	炭素含 有量 (%)	発熱量 (高 位) (Cal/g)	発熱量 (低 位) (Cal/g)
サンタクララ	32.27	45.48	21.46	0.78	3444.52	2333.00

出典：ラモリーナ大学による分析

前述の通り 2019 年 1 月 24 日にリマ商工会議所（CCL）にて、有機化合物・無機化合物汚泥や廃棄物のプロセスとリサイクルを専門とする Earth Corporation が主催する工業廃棄物汚泥処理に関するセミナーを開催した。リマ商工会の会員企業は 15,000 社であり、リマ首都圏における主要な企業が加盟している。第二回セミナーでは、実証結果を用いながら、提案技術の有効性を説明した。またセミナーについては会員企業 1 万 5000 社へのメール発信と CCL 週刊誌で告知するとともに、セミナーの様子も CCL が発行している週刊誌に記載がされた。（部数 15,000 部）汚泥燃料の有効性と費用対効果に関して紹介した。アンケート結果の通り、実証結果を用いたことで一定の理解が進んだことが確認できた。

#### 費用削減効果について

サンタクララ排水処理場脱水汚泥、プエンテピエラ排水処理場脱水汚泥、製紙会社パルプ汚泥を処理した際に収集した稼働データを用いて、処理コストを算出した（次ページ計算表を参照）。算出に当たっては同汚泥を乾燥プラントで 1 日処理し、乾燥した汚泥を運搬・埋立処分するまでの費用を含んでいる。費用については、燃料費、電気代、オペレーター 1 名を考慮している。また燃料種は LPG より安価でペルーで利用されている LNG を用いた場合を試算する。

表 28 : デモプラントによるコスト削減の試算

○ 運転データ

項目	単位	サンタクララ脱水汚泥	ブエンテビエラ脱水汚泥	バルブ汚泥（製紙会社）
1. 起動開始時間		10:30	8:45	9:00
2. 自動投入開始時間		10:45	9:30	9:20
3. 汚泥投入量	kg	215.85	665.6	300
4. 起動時ガス流量計値	m <sup>3</sup>	0	0	0
5. 起動時電力計値	kWh	0	0	0
6. 自動投入停止時間		12:20	15:07	10:30
7. 停止完了時刻		12:50	15:37	11:00
8. 停止時ガス流量計値	m <sup>3</sup>	7.55	21.86	3.31
9. 停止時電力量計値	kWh	20.3	50.45	15.2

○ 運転データまとめ

項目	単位	サンタクララ脱水汚泥	ブエンテビエラ脱水汚泥	バルブ汚泥（製紙会社）
稼働時間	h	1.6	5.6	1.2
汚泥処理量	kg/h	136	118.5	257.1
	kg/day	3272	2844.1	6171.4
乾燥汚泥発生量	kg/h	34	29.6	64.3
	kg/day	818	711.0	1542.9
ガス使用量	m <sup>3</sup>	7.55	21.86	3.31
電気使用量	kWh	20.3	50.45	15.2

○ ガス種による処理費の算出

項目	単位	サンタクララ脱水汚泥		ブエンテビエラ脱水汚泥		バルブ汚泥（製紙会社）	
		LPG利用	LNG利用	LPG利用	LNG利用	LPG利用	LNG利用
オペレーター	\$/人工・日	25	25	25	25	25	25
燃料費（LPG）	\$/日	294.0		239.9		174.9	
燃料費（LNG）	\$/日		20.7		16.9		12.3
電気代	\$/日	18.5	18.5	12.9	12.9	18.8	18.8
運搬費用	\$/日	20	20	20	20	20	20
処分費用	\$/日	8.2	8.2	7.1	7.1	15.4	15.4
処理費用総計	\$/日	365.6	92.4	305.0	82.0	254.1	91.5

○ 埋立処理費の算出

項目	単位	サンタクララ脱水汚泥
運搬費用	\$/日	20.0
処分費用	\$/日	32.7
処理費用総計	\$/日	52.7

○ 汚泥単位重量当たりの処理単価

埋立処理	乾燥処理（LPG）	乾燥処理（LNG）
\$/t	\$/t	\$/t
16.1	111.7	28.2

上記の試算の結果、デモプラントにおいては、LPG 及び LNG で運用した場合において、埋立処理を行う方がコストの優位性があった。一方乾燥プラントの最大サイズ（1,000 kg/h = 24 t/day）で LNG を燃料種として乾燥処理し、埋立処分した場合で試算したところ、更なるコストメリットが示された。これは燃料費が利用量に追従し、多量に使用しても燃料費が比例して増加しないこと、運搬量が 1/4 になることで、運送と処分費用が圧縮されることに起因している。上記のベースとなるデータに関しては別添参照のこと。

### 3 開発課題解決の観点から見た貢献

#### (1) 当初の想定

汚泥乾燥装置を用いた再生燃料製造技術の普及によって、汚泥埋立と比較した、乾燥処理による再生燃料の製造・販売によって環境負荷の軽減が期待できる。また、再生燃料の製造・販売によって環境負荷の軽減が期待できる。

本提案事業の技術がペルー全体に波及することによって、恒常的に発生している汚泥の有効活用が図られるとともに既存下水処理場の負荷軽減につながる。また、本提案事業の技術を水平展開することにより、ペルー国にとどまらず南米各国において、同様な汚泥処理の課題を掲げている地域に貢献することができる。今後有機汚泥処理の新市場が拡大していく新市場を担う人材を確保するために雇用が創出される。

#### (2) 本事業による検証結果

本事業により、提案技術を用いた汚泥の乾燥化技術は、汚泥の減容化には優れた効果があることが明らかになった。また、下水処理場において、バイオガス抽出などの技術に比べても、安価で安定した燃料供給が可能であることが判明した。また、民間企業の汚泥の種類によっては、乾燥の程度にばらつきがあったりしたため、安定した乾燥汚泥製造には課題が見つかった。今後、民間企業とは、最適な乾燥時間や乾燥量などについて協議することが必要である。また、当初想定していた乾燥汚泥のカロリーよりも低いことが判明したため、燃料としてセメント会社などに販売する際には、当初想定していた価格よりも低下する可能性がある。大型の乾燥炉を使用して含水率を5%程度まで下げれば3,200kcal～3,500kcal/kgと石炭のおよそ半分のカロリーまで発生させる可能性は高いと推測される。そのため導入機材の種類によって初期投資額と、販売価格について検討を行う予定である。また、煉瓦製造会社からのニーズが高いことが判明した。ペルー国で建築材料として需要の多いレンガの原料として利用されれば、継続的な活用先となる。レンガの原料利用では、乾燥汚泥の持つ発熱量だけでなく、汚泥（乾燥汚泥）に含まれる無機成分も活用でき、乾燥汚泥すべてが利用できるため全量の再資源化が可能となる。

### 4 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

本事業の実施による日本国内の地元経済の振興や地域活性化への貢献として、以下の諸点を想定している。現段階では定量的に検証可能な効果の発現はみられないが、今後の事業実施を通して適宜分析を進める予定である。

#### (1) 富山県内の産業に与える貢献

提案企業が事業を営んでいる富山県では、「活力富山」を振興政策目標として掲げ、国内外における販路開拓支援、循環型・脱温暖化社会の構築、更には長期構想として海外へ発展するもの作り拠点構想を掲げている。特にグリーンバイオプロジェクトにおいては、バイオマスの積極的な活用を目指している。本事業はこれらの振興経済分野の方針と合致しており、雇用創出並びに技術の蓄積そしてその海外への技術移転というプロセスは提案企業のみならず、近隣の企業においても部品調達、地元企業や行政への有益な情報提供を行う事に貢献する。ペルーにおける事業化が可能となった折には、提案企業の従業員の現地派遣に伴う、新規雇用の創出と、新規事業の開拓が図られる。この知見は、富山県の産業界においても広く産業集積（クラスター）に寄与する事ができると考えられる。



## (2) 富山県内の大学に対する貢献

富山大学との次のような連携を図ることにより、「産学官」のクラスターの活性化に貢献できると考えている。富山大学は JICA と様々なプログラムで連携し、アジア諸国と中南米（特にブラジル）への技術提供、専門家の派遣や研究者の受入を行ってきた実績があり、海外支援に積極的な姿勢を持っている。また、提案企業は以前より富山大学との共同研究を続けており、提案企業が師事を仰いでいる星野一宏准教授は、活性汚泥法や植物による環境浄化技術の研究や未使用バイオマスの有効利用（バイオエタノール、未利用資源の回収等）を専門としている。今後本事業を推進していく際においても、下水道処理についてのアドバイスやバイオマスの有効活用への提言により、汚泥処理についての課題に対して適格な解決方法を提示することができる。

## 5 環境社会配慮

### (1) 事業実施国における EIA 及び組織

ペルーでは、2012 年 11 月に国家環境影響評価システム法(法律 27446)およびその細則に規定される環境影響詳細評価の審査および承認を行う「持続的投資環境認証サービス局」(SENACE)を国会で承認し、12 月に同法を公布した。これにより、EIA は SENACE という環境省傘下の専門独立機関にて一元化された。2015 年以降に各所轄省庁から移管がされている。しかし移管は緩やかに行われており、排水（汚泥を含む）に関するプロジェクトに関しては DIGESA（La Dirección General de Salud Ambiental：環境衛生総局）が管轄していた。しかし、2020 年より本事業に関係する手続き<sup>20</sup>を含め全ての EIA に関する手続きは SENACE が所轄となった。

SENACE の機能は次の通り。（設立法第 3 条記載）

- ①環境影響詳細評価の承認
- ②環境コンサルタントの登録業務および管轄期間により承認あるいは却下された全国規模または地方規模の環境ライセンスの登録・更新業務
- ③専門的見解の提出
- ④政府、地域社会との関係、市民参加などを含めた環境影響詳細評価の評価方法の継続的な改善
- ⑤環境影響詳細評価の承認プロセスを実施する窓口の設置
- ⑥SENACE の最高権限組織として、環境大臣（会長）、経済・財政大臣、農業大臣、エネルギー・鉱山大臣、生産大臣、保険大臣の 6 大臣で構成される審議会を実施

（以上 JOGMEC カレント・トピックス 13-46 号より抜粋）

### (2) 事業実施国の環境社会配慮法制度

環境社会配慮に関する法律は上記の通り、国家環境影響評価システム法(法律 27446)であり、その他環境に関連する事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度については第 1 章（1）3 に記載の通りである。

特に本事業に関連すると想定される環境社会配慮に関与する法制度については以下の通りである。

---

<sup>20</sup> <https://www.gob.pe/11016-solicitar-la-evaluacion-de-un-estudio-de-impacto-ambiental-detallado-para-el-subsector-infraestructuras-de-residuos-solidos-municipales>

表 29：環境社会配慮に関連する法規制

大気汚染関連	大気環境基準 (Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias) LMP(Límites Máximos Permisibles <sup>21</sup> 最高認可基準)
廃棄物関連	環境一般法 (法律第 28611 号、2005 年) 廃棄物法 (Ley N° 27314)、 一般廃棄物法 (D.L. 27314 第 31 条)、左記法改正法 (D.L. 1065)、 一般廃棄物法施行規則内閣令 2004 年第 57 号 (D.S. 057-2004-PCM 第 6 条、第 72 条)、 保健省衛生環境総局 (DIGESA) による技術基準 (NTS N° 096-MINSA/DIGESA V.01) 固形廃棄物の統合管理法を承認する立法令 (Decreto Legislativo N° 1278) 有機固形物の生産及び有効再利用のための国家登録簿への事前登録義務の規則 (Resolución Ministerial N° 300-2017-Vivienda)
排水関連	排出基準項目 annex1 及び Annex2 排水規制値 LMP(Límites Máximos Permisibles <sup>22</sup> 最高認可基準 DQO, pH など)

環境に関連する事業実施国の関連計画、政策 (外交政策含む) および法制度の最近の動向：

2016 年 2 月： 水俣条約締結

2018 年 1 月： 固形廃棄物総合管理法の施行規則を公布 (環境省)

2018 年 1 月： 汚染された場所の管理基準を承認する政令を公布 (環境省)

2018 年 8 月： PCB 管理規則 (保健省)

### (3) 事業実施上の環境及び社会への影響

リマ上下水道公社本部及び管轄している下水処理場担当者ならびに本事業で予定している排出事業者には、本事業の概要について説明を行った。(説明資料は別添)

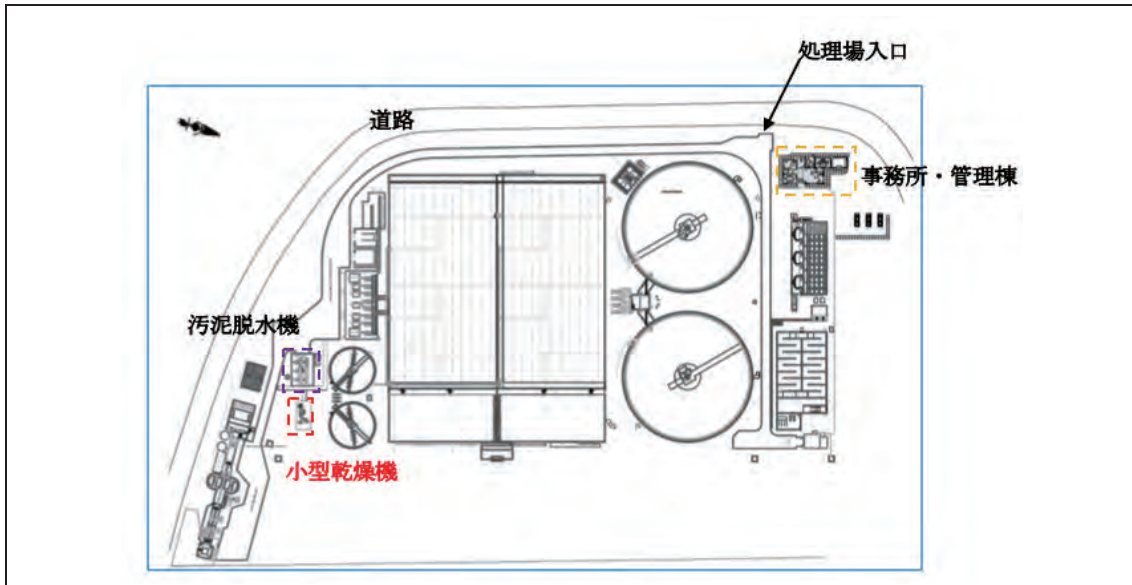
SEDAPAL は現在、(生)汚泥及び乾燥汚泥のいずれも管理型埋立場に輸送している。実証で使用する汚泥は乾燥させて燃料として使用することを想定している。セメント会社の燃焼装置にはバグフィルターなどの大気汚染対策が取られている。また、実証において残渣物が発生した場合には、通常の SEDAPAL の作業通りに、管理型埋立場に輸送する。そのため、これらの実証活動による負の影響は生じないあるいは最低限に止められる。また悪臭に関しては、実証のために使用する量は少ないことと、すでに天日乾燥などを SEDAPAL は実施しているため、本事業を実施することにより追加的な悪化は想定していないが、後述する特定悪臭物質の測定を実施した。

また、実証用機材設置場所は SEDAPAL が運営する下水処理場敷地内での実施であるため特段の騒音についての懸念はないことが確認できた。また本事業で設置する機材はある程度日本で組み立てているため、現地では機材の設置のみを行い、工事期間中は騒音と振動の発生を抑制した。さらに機材の稼働時間を日中に限定して実施した。後述する騒音測定を実施した。また、工事にあたり粉塵、濁水の発生はしなかった。

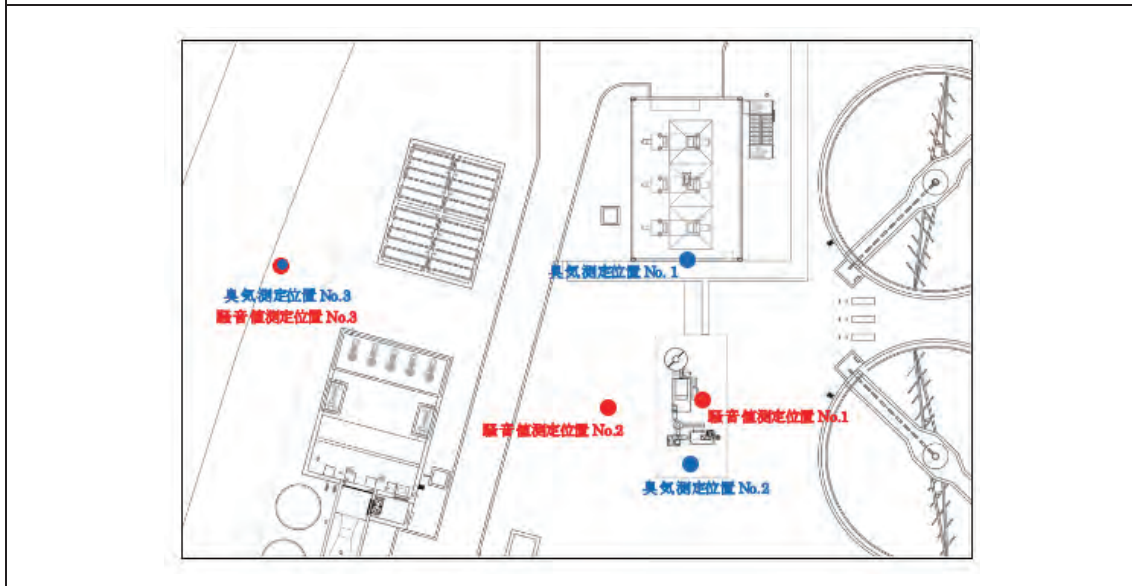
<sup>21</sup> <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/limites-maximos-permisibles/aire/>

<sup>22</sup> <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/limites-maximos-permisibles/agua/>

- ・影響が考えられる項目のモニタリング結果  
実証機設置場所において、臭気測定および騒音測定を実施した。  
実施した箇所は次のとおりである。



サンタクララ下水処理場敷地概要図



臭気測定および騒音測定場所

図 30：臭気測定および騒音測定場所

①臭気測定

臭気の主たる発生物質である特定悪臭物質（メチルメルカプタン、酪酸、吉草酸）を検知管のガス測定器（吸引器）にて、測定した。

① -1 測定概要



測定に使用したガス測定器

下水汚泥由来の臭気の主たる発生物質である特定悪臭物質（アンモニア、メチルメルカプタン、酪酸、吉草酸）を検知管とガス測定器（吸引器）を用いて簡易測定を行う。検知管は対象物質が吸着すると変色する検知剤が充填されており、所定の空気量を吸引した後、検知管の変色によりその濃度を測定する者である。測定場所はいずれも以下の3ヵ所を実施した（測定位置図は後述）。

No.	測定位置
1	原臭地点（脱水汚泥：8m <sup>3</sup> ボックス内）
2	スクラバー出口地点
3	最直近の敷地境界地点（28.2 m）

#### ① -2 測定方法

測定手順は検知管付属の取扱説明書に従い行う。基本的な測定方法は

- 1) ガス測定器（吸引器）の吸引量（50mL）へ正しくセットする。
- 2) 検知管の両端を折る。
- 3) 吸引方向が正しくなるようにガス測定器（吸引器）に検知管を取付ける。
- 4) 吸引器を一気に引き固定する。その位置で検知管ごとの吸引時間待つ。
- 5) 4)で検知管に変化が無ければ、測定範囲及び回数に従い再度吸引を行う。
- 6) 変色層の長さから目盛を読む。

使用した検知管はG社の3種類である

- a) アンモニア検知管 No.3L  
アンモニアの測定範囲 0.5ppm～78 ppm、検出下限は 0.2ppm
- b) メルカプタン類検知管 No.70L  
メチルメルカプタンの測定範囲 0.1ppm～0.8ppm、検出下限は 0.05ppm
- c) 酢酸検知管 No.81L  
イソ吉草酸の測定範囲 0.38ppm～15ppm、検出下限は 0.075ppm  
ノルマル吉草酸の測定範囲 0.38ppm～15ppm、検出下限は 0.075ppm  
ノルマル酪酸の測定範囲 0.38ppm～15ppm、検出下限は 0.065ppm

なお、メチルメルカプタン、イソ吉草酸、ノルマル吉草酸、ノルマル酪酸の測定値は検知管の目盛にメーカー指定の換算係数との積により求める。

①-3 測定結果

【測定時環境条件】

測定年月日	2019/4/30	時間	9:00～9:45
天候	晴れ	気温	25℃
風向	北西		

【測定結果】

検知管写真










	アンモニア検知管	メルカプタン類検知管	酢酸検知管
No. 1 原臭地点 (脱水汚泥: 8m3 ボックス内)			
No. 2 スクラバー出口地点			
No. 3 最直近の敷地境界地点			



表 30: 臭気測定結果表

No.	測定位置	アンモニア	メチルメルカプタン	酪酸	吉草酸
1	原臭地点 (脱水汚泥：8m3 ボックス内)	検知限度以下*	検知限度以下	検知限度以下	検知限度以下
2	スクラバー出口地点	検知限度以下	検知限度以下	検知限度以下	検知限度以下
3	最直近の敷地境界地点	検知限度以下	検知限度以下	検知限度以下	検知限度以下

※最低測定範囲の吸引回数に達しても検知管に変色が無い場合を検知下限以下とする。

以上の測定結果から、臭気については、各測定点のいずれの物質においても検知下限以下であり、小型乾燥機を稼働することで周辺の影響はほとんどないと考えられる。

## ② 騒音測定

ペルーにおける騒音についての規定は、最高法令第 085-2003-PCM. -騒音に関する環境品質の国家基準がある。この基準では、工業地帯での日中は 80 デシベルまで、夜間は 70 デシベルまでとされている。日本における騒音規制法では、機械プレスや送風機など著しい騒音を発生する施設は規制対象となる。具体的には、都道府県知事が騒音について規制する地域を指定するとともに、環境大臣が定める基準の範囲内において時間及び区域の区分ごとの規制基準を定め、規制対象となる特定施設等に関し、市町村長が必要に応じて改善勧告等を行う。富山県においては、騒音規制法に基づく騒音について規制する地域の指定等を行い、以下のような規制基準を設けている。

表 31：富山県が定める騒音の規制基準

(単位：デジベル)

区域の区分	時間の区分		
	午前8時から午後7時まで	午前6時から午前8時まで及び午後7時から午後10時まで	午後10時から翌日午前6時まで
第1種区域	45	40	40
第2種区域	55	45	40
第3種区域	65	60	50
第4種区域	70	65	63

備考：第1種区域、第2種区域、第3種区域及び第4種区域とは、前項の地域のうち次に掲げる区域をいう。

- (1) 第1種区域 都市計画法第8条第1項第1号に掲げる第1種低層住居専用地域及び第2種低層住居専用地域
- (2) 第2種区域 都市計画法第8条第1項第1号に掲げる第1種中高層住居専用地域、第2種中高層住居専用地域、

第1種住居地域、第2種住居地域及び準住居地域

(3) 第3種区域 都市計画法第8条第1項第1号に掲げる近隣商業地域、商業地域及び準工業地域

(4) 第4種区域 都市計画法第8条第1項第1号に掲げる工業地域及び工業専用地域(当該工業専用地域の境界線から当該工業専用地域内へ50メートルの範囲内の区域に限る。)

出典：提案法人作成

尚、事業者の工場が所在している射水市における騒音の規制基準<sup>23</sup>においても県の上記の規制基準に準拠している。

## ② -1 測定概要



小型乾燥機は減速機1台、ファンを2台備えており、措置の運転による騒音の発生が考えられる。デジタル騒音計を用いて、停止中と稼働中の騒音（15秒間の最大値）を測定する。測定位置については、小型乾燥機操作盤前、装置から3.5m離れた地点<sup>\*</sup>、最直近の敷地境界とする。

No.	測定位置
1	小型乾燥機の操作盤前
2	装置から3.5m離れた地点
3	最直近の敷地境界地点

<sup>\*</sup>測定位置については、『JIS Z 8731:1999 環境騒音の表示・測定方法』の屋外における測定の方法において、反射の影響を無視できる程度に小さくすることが必要な場合には、可能な限り、地面以外の反射物から3.5m以上離れた位置で測定する。測定点の高さは、特に指定がない限り、地上1.2～1.5mとする。それ以外の測定点の高さは、目的に応じて個々に定めるものとする。を参考とした。

## ③ -2 測定方法

小型乾燥機の停止中と測定手順は

- 1) 電源を起動し、測定位置につく。
- 2) MAX ボタンを押し、15秒間測定する。
- 3) HOLD ボタンを押し、数値を記録する。

敷地境界となる壁の裏は道路であり、測定中にクラクション等突発的な音が発生していた場合は再度測定する。

<sup>23</sup> <http://www.city.imizu.toyama.jp/appupload/EDIT/009/009930.pdf>

② -3 測定結果

【測定時環境条件】

測定年月日	2019/4/30	時間	10:00~10:20
天候	晴れ	気温	25℃
風向	北西		

【測定結果】

騒音計写真





	停止中	稼働中
No.1 操作盤前		
No.2 装置より 3.5m 地点		



表 32:騒音測定結果表

No.	測定位置		計器表示 (db)	数値のレベル (参考)
1	小型乾燥機の操作盤前	停止中	70.9	掃除機の音
		稼働中	82.8	電車が通る時のガード下
2	装置から 3.5m 離れた地点	停止中	73.5	掃除機の音
		稼働中	72.6	騒々しい工場内
3	最直近の敷地境界地点 (28.2m)	停止中	69.4	電話のベル音
		稼働中	68.4	電話のベル音

騒音については、小型乾燥機を中心位置付近である操作盤前の測定値が稼働中は大幅に増加した。排風ファンや攪拌モーターの回転及び振動音によるものであり、稼働により増加することはあらかじめ予見されるものである。その他の地点では、小型乾燥機を設置する前後で騒音（値）の増加は見られなかったことから、小型乾燥機を稼働することで周辺の環境負荷を増加させることは無いと想定される。

騒音レベルについては、騒音障害を防止するためのガイドライン『騒音障害防止のためのガイドライン（中央労働災害防止協会安全性情報センター製作）』の騒音レベル（ガイドラインでは等価騒音レベル）に当てはめると 85dB（A）未満で第 1 管理区分；作業環境の継続維持に努めることにあたる。事業従事者及び C/P 職員はサンタクララ下水処理場内で作業する場合、ヘルメット、イヤーマフ（または耳栓）などの保護具着用を義務付けられており、今後も保護具を着用することで健康被害の影響を低減できると考えられる。

重要な環境社会影響項目の予測・評価及び緩和策、モニタリング計画（案）を作成した。またチェックリスト及びスコوپング、想定される改善策について記載を行った。

前述の汚泥の成分分析の結果の通り、重金属については、ペルーの規制値を大幅に下回っている。またこれは日本の厳しい堆肥取締法と比べても基準値以下であることが確認できた。そのほかの成分分析では、灰分、炭素分、発熱量が日本の一般的な下水処理場から製造する乾燥汚泥とは異なっているものの、環境に与える負のインパクトはない。

表 33：環境社会配慮チェックリスト、スコアリング、代替案

環境チェックリスト：15. 下水道 (1)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
1 許 認 可 ・ 説 明	(1)EIAおよび環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIAレポート)等は作成済みか。 (b) EIAレポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIAレポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N. A. (b) N. A. (c) N. A. (d) N. A.	(a) 該当しない (下水処理場内においてデモプラントを設置するためEIAレポートの提出義務はない) (b) ) 該当しない (下水処理場内においてデモプラントを設置するためEIAレポートの提出義務はない) (c) ) 該当しない (下水処理場内においてデモプラントを設置するためEIAレポートの提出義務はない) (d) 該当しない。(許認可は必要としない。事業実施時には生産省から事業ライセンス取得の必要がある。さらに建設に関する認可などが必要である)
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) Y (b) N. A.	(a) リマ上下水道公社本部及び管轄している下水処理場担当者ならびに本事業で予定している排出事業者には、複数回に渡り、本事業の概要について説明を行った。説明を行ってリマ上下水道公社職員の延べ人数は30名程度である。デモ用の乾燥処理施設を設置する周辺に居住する住民や近隣で営業をしている事業者はいない。また、屋台などの仮設事業者等がない (b) 特段コメントなし。
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は (検討の際、環境・社会に係る項目も含めて) 検討されているか。	(a) Y	(a) 提案技術を含め、現状のまま何も対応策をしない場合、ペルー国には汚泥処理技術が普及していないため、処理技術の普及・開発が遅れ、水環境の悪化が進む。罰金や環境回復のため多大なコストがかかる。 提案技術を適用した場合、効率の良い水処理技術が自治体や企業に普及し、水質浄化、水資源の循環化といった効果が得られる。
2 汚 染 対 策	(1)水質	(a) 下水処理後の放流水中のSS、BOD、COD、pH等の項目は当該国の排出基準等と整合するか。 (b) 未処理水に重金属が含まれているか。	(a) Y (b) Y	(a) 現地排出基準値以下とする。 (b) 上流に工場が少ないため重金属は殆どないため影響はない。本事業は有機性汚泥の乾燥処理であり、水分は大気へ排出される。乾燥汚泥の含水率は低く、外部に移動することは無い。機械の洗浄等により発生する洗浄水は、コンクリート土間中の排水路を通り、下水処理場に戻るため、河川や地下水の水質に影響を与えることは無い。
	(2)廃棄物	(a) 施設稼働に伴って発生する汚泥等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a) Y	(a) 現地法規制に則った対策を実施する予定である。工事に伴う廃棄物は分別の徹底を行ない廃棄物の発生を極力抑える工夫を行なう。
	(3)土壌汚染	(a) 汚泥等に重金属の含有が疑われる場合、これらの廃棄物からの浸出水の漏出等により土壌、地下水を汚染しない対策がなされるか。	(a) Y	(a) 本実証事業では汚泥を乾燥させて燃料製造及び堆肥製造を行うものである。乾燥後の汚泥、焼却灰は、成分分析を行う予定である。本実証事業の実施による追加的な重金属の排出はない。
	(4)騒音・振動	(a) 汚泥処理施設、ポンプ施設等からの騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。	(a) Y	(a) 運営時の稼働時間に配慮し、防音及び低振動になるような設置手法を検討する予定である。騒音計を用いて騒音測定を実施した。
	(5)悪臭	(a) 汚泥処理施設等からの悪臭の防止対策は取られるか。	(a) Y	(a) 消臭液を添加したウォータースクラバーに排気ガスを通過させることで悪臭をスクラバー水に吸着・分解させ、悪臭の発生防止対策をとっている。臭気測定を実施した。

出典：提案法人作成



環境チェックリスト：15. 下水道 (1)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
3 自然 環境	(1) 保護区	(a) サイト及び処理水放流先は当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) N	(a) 保護区内に立地しないし、近隣に保護区は存在しない。
	(2) 生態系	(a) サイト及び処理水放流先は原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) プロジェクトが、河川等の水域環境に影響を及ぼすか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) 該当しない。 (b) 該当しない。 (c) 該当しない。 (d) 該当しない。
4 社 会 環 境	(1) 住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転が生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いが移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。 (h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N (f) N (g) N (h) N (i) N (j) N	(a) 該当しない。 (b) 該当しない。 (c) 該当しない。 (d) 該当しない。 (e) 該当しない。 (f) 該当しない。 (g) 該当しない。 (h) 該当しない。 (i) 該当しない。 (j) 該当しない。
	(2) 生活・生計	(a) プロジェクトの実施により周辺の土地利用・水域利用が変化して住民の生活に悪影響を及ぼすか。 (b) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。	(a) N (b) N	(a) 該当しない。 (b) 該当しない。
	(3) 文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a) 該当しない。
	(4) 景 観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) N	(a) 該当しない。
	(5) 少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) N (b) N	(a) 該当しない。 (b) 該当しない。
	(6) 労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 本プロジェクトは当該国の労働環境の改善を行なう事が目的の一つであり、当該国の法律を遵守は必須であるのみならず、我が国における当該法律の基準を満たす水準までの向上を自主的に図りたいと考えている。 (b) 労働災害防止の為の設備運営の指導を行なうとともに有害物質の管理などの徹底を行なう。 (c) 労働安全衛生管理の為の指導及びマニュアル等の整備の他、手袋、ヘルメット、作業靴、マスク等の着用などの配慮を行なう予定である。 (d) 警備要員も含めて安全を侵害する事は想定し難いが徹底を図る予定である。

出典：提案法人作成

環境チェックリスト：15. 下水道 (1)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
5 そ の 他	(1) 工事中的の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (d) 工事による道路渋滞は発生するか、また影響に対する緩和策が用意されるか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 本プロジェクトで設置する機材の組み立てはある程度日本で行なう予定である。汚染に関しては、設置工事においては工法及び工事の時間帯などに配慮することを予定している。 また、他の汚染（粉塵や排水、汚濁は発生はしない (b) 用地選定に際しては敷地並びに近隣の自然環境（生態系）に悪影響を及ぼさない地域での建設を予定している。 (c) 工事により社会環境的に影響が無いように配慮を行う予定である。騒音及び悪臭が発生する可能性があるため、騒音測定及び臭気測定を行う。 (d) 工事により道路渋滞の発生を引き起こすことは想定し難いが、念のため発生しないように時間帯などへの配慮を行い緩和する予定である。
	(2) モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等がどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 騒音及び振動について：本プロジェクトで設置する機材はある程度日本で組み立てているため、現地では機材の組み合わせが主となるため、工事期間中は騒音、と若干の振動が発生する恐れがあるが、粉じん、濁水の発生はないと考えられる。事業者が帯同し騒音等が軽微に済むか否かについて騒音計を用いたモニタリングを行なう。また、乾燥汚泥及び焼却灰についての成分分析を行う予定である。 (b) 作業要員の確認、労働安全対策説明、設備仕様書マニュアル等の確認を本プロジェクトサイトで行なう予定である。頻度は3ヶ月に1回程度を予定しているが、プロジェクトが軌道に乗るまでには頻度をあげる予定である。 (c) 工事作業は比較的単純作業（機材の搬入および設置）であるため、事前に設置工事を行なう事業者に設置工事方法の確認を行なうと共に、相違がないかを現場で目視確認を行なう予定である。また、工事業者は工事に必要な軽重車両の操作、電気等の取り扱いについて資格を有していることを、事前に提示させ作業前に有資格者が作業に当たることを確認することで、作業上の安全性を高める。実施期間中は、現地パートナーとともに適切な人員を配置する。そのための予算は確保する予定である。供与後にも、SEDAPALが適切な人員を確保し、供与機材のメンテナンス及び燃料として使用する際には、成分分析などを実施する予定である。 (d) 所轄行政とは密接な連携を取る予定である。年1回C/Pの環境部門へ事業の環境影響について資料を提出することになっており、内容によって環境部門より所轄官庁への報告のアドバースを受ける予定である。
6 留 意 点	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a) N	(a) 現在のところ想定していないが必要に応じて確認を行う。

出典：提案法人作成

スコーピング

分類	番号	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	施設運営時	
汚染対策	1	大気汚染	C	C	工事中:建設機材の運搬や稼働等に伴い、一時的に大気質の悪化が想定される。 施設運営時:交通量の増加によって、走行車両の排出ガスによる大気質の負の影響が見込まれる。
	2	水質汚濁	D	D	工事中:基本的に工事に水は使用しない 施設運営時:基本的に施設運営時に使用する水は軽微である。
	3	廃棄物	C	C	工事中:建築廃材は適正にリサイクル等により処理されるため環境に与える影響は軽微である。 施設運営時:廃棄物発生量は軽微であるが適性処理を実施する予定である。
	4	土壌汚染	D	D	工事中:建設にあたり汚染物質の使用は認められない。 施設運営時:汚染物質の使用は想定されない。
	5	騒音・振動	C	C	工事中:建設にあたり機材運搬、建物構築などによる騒音と振動が発生する。 施設運営時:機材から発生する騒音と振動は軽微である。
	6	地盤沈下	D	D	工事中:水の使用は殆どない。 施設運営時:水の使用は軽微である。
	7	悪臭	D	B-	工事中:悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。 施設運営時:乾燥処理を行うことにより、臭気が発生する。
	8	底質	D	D	底質へ影響を及ぼすような作業等は想定されない。
自然環境	9	保護区	D	D	事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。
	10	生態系	D	D	事業対象地及びその周辺に、希少な動植物は存在しないことから、生態系への影響は殆ど無いと考えられる。
	11	水象	D	D	工事中:水の使用は殆どない。 施設運営時:水の使用は軽微である。
	12	地形、地質	D	D	事業対象候補地の殆どが造成されている土地であり、大規模な切土や盛土は想定されない。
社会環境	13	住民移転	N.A.	N.A.	事業対象候補地には住民が存在していないため、住民移転は行なわれない。
	14	貧困層	N.A.	N.A.	事業対象候補地には住民が存在していないため、住民移転は行なわれない。
	15	少数民族・先住民族	N.A.	N.A.	事業対象候補地には住民が存在していないため、住民移転は行なわれない。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	D	D	事業が推進される事で雇用創出に寄与する。正のインパクトは発生するが、負のインパクトは想定されない。
	17	土地利用や地域資源利用	D	D	事業が推進される事で負のインパクトは想定されない。
	18	水利用	D	D	工事中:水の使用は殆どない。 施設運営時:水の使用は軽微である。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	D	D	工事中:事業対象地周辺での工事に伴う交通渋滞は想定されない。 施設運営時:交通量の増加による交通事故の増加等の懸念材料は軽微である。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	本事業による社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響は殆ど無いと考えられる。
	21	被害と便益の偏在	D	D	本事業による地域内に不公平な被害と便益をもたらさないように、公平な機会を提供する等の工夫を行う。
	22	地域内の利害対立	D	D	本事業による地域内の利害対立を引き起こすことがないように、公平な機会を提供し、利害対立を最小限に抑える。
	23	文化遺産	D	D	事業対象候補地及びその周辺に、文化遺産等は存在しない。
	24	景観	D	D	本事業による景観への影響は殆ど無いと考えられる。
	25	ジェンダー	D	D	本事業によるジェンダーへの特段の負の影響は想定されていない。
	26	子どもの権利	D	D	本事業による子どもの権利への特段の負の影響は想定されていない。
その他	27	HIV/AIDS等の感染症	D	D	工事中:建設作業員の流入の流入により感染が広がる可能性は想定されていない。 施設運営時:作業員の流入により感染が広がる可能性は想定されていない。
	28	労働環境(労働安全を含む)	C	C	工事中:建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 施設運営時:作業員の負の影響が想定される作業は計画されていない。
	29	事故	B	C	工事中:建設作業員の事故に対する配慮が必要である。 施設運営時:作業員への事故に対する配慮が必要である。
	30	越境の影響及び気候変動	D	D	本事業に抛る越境の影響や気候変動にかかる影響等は殆ど無いと考えられる。

- A A+/A- 深刻な影響が想定される
- B B+/B- 影響が想定される
- C C+/C- 若干の影響が想定される
- D D+/D- 想定されない

出典：提案法人作成

代替案・影響評価

分類	番号	影響項目	評価		想定される代替案による環境評価		想定される評価変更理由
			工事前 工事中	施設運営時	工事前 工事中	施設運営時	
汚染対策	1	大気汚染	C	C	C-	C-	設置機材については、日本でユニット毎に分解して輸送し、現地では結合するだけの簡易的な組立工事を行い据え付ける。その為工事期間が短縮される。 施設運営時：施設運営時の交通量の増加を抑えるために、乾燥汚泥の輸送はトラックの容積相当が製造された段階で行い、輸送回数を減らすなど工夫を行う。
	2	水質汚濁	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	3	廃棄物	C	C	C-	C-	工事に伴う廃棄物は分別の徹底を行ない廃棄物の発生を極力抑える工夫を行なう。
	4	土壌汚染	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	5	騒音・振動	C	C	C-	C-	工事は、据え付けを中心に行ない作業時間の短縮を図る。また運営時の稼働時間に配慮し、防音及び低振動になるような設置手法を検討する。騒音計による確認を行う。
	6	地盤沈下	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	7	悪臭	D	B-	変更なし	C-	消臭液を添加したウォータースクラバーに排気ガスを通過させることで悪臭をスクラバー水に吸着・分解させ、悪臭の発生防止対策を実施することにより悪臭を大幅に軽減できる。設置機材の処理能力は1トン/日であり少量である。また設置機材の稼働は日中のみに制限する。臭気測定を実施する。
	8	底質	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
自然環境	9	保護区	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	10	生態系	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	11	水象	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	12	地形・地質	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
社会環境	13	住民移転	N.A.	N.A.	変更なし	変更なし	変更なし
	14	貧困層	N.A.	N.A.	変更なし	変更なし	変更なし
	15	少数民族・先住民	N.A.	N.A.	変更なし	変更なし	変更なし
	16	雇用や生計手段等の地域経済	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	17	土地利用や地域資源利用	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	18	水利用	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	19	既存の社会インフラや社会サービス	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	20	社会関係資本や地域の意思決定決定機関等の社会組織	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	21	被害と便益の偏在	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	22	地域内の利害対立	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	23	文化遺産	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	24	景観	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	25	ジェンダー	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	26	子どもの権利	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	27	HIV/AIDS等の感染症	D	D	変更なし	変更なし	変更なし
	28	労働環境(労働安全を含む)	C	C	C-	C-	我が国で導入している労働安全衛生方法の徹底により労働環境の改善が図れると考えられる。
その他	29	事故	B	C	C-	C-	朝礼、全体ミーティング、配置等の徹底により事故率の改善が図れると考えられる。さらには作業服、プラスチック製の滑り防止付きの軍手着用、作業靴、帽子などの装着等の安全対策を実施する他、安全対策についての説明を事前に行なう。
	30	越境の影響及び気候変動	D	D	変更なし	変更なし	変更なし

- A A+/A- 深刻な影響が想定される
- B B+/B- 影響が想定される
- C C+/C- 若干の影響が想定される
- D D+/D- 想定されない

出典：提案法人作成

#### (4) 安全衛生管理

機材の設置及び稼働の作業の従事する関係者に対し、工程の説明、作業方法、排水受入れについての留意点等、実証活動に先立つ説明を行った。機材運転の間、朝会並びに作業中も適宜ミーティングを行い、上記の点を再度周知徹底した。作業関係者には、ヘルメット、手袋の装着等の基本的な安全衛生管理対策について直接指導した。



機材設置工事の様子  
(ヘルメット、手袋の着用確認を実施した)

## 6 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

本事業で設置・実証した技術及び製品の維持管理は、事業終了後は機材譲与先であるカウンターパート側で対応することとなる。

機材の説明、運営方法やメンテナンス方法などについてカウンターパートへ実施した。具体的には、カウンターパート技術者への5日間程度の現地作業を行うとともに、スペイン語のマニュアルを作成した。(別添)さらに定期的な点検日誌や活用方法等について分かりやすく技術指導を行なう等、本事業実施後に独立して維持管理を継続できるように技術的な支援を行った。乾燥プラントを SEDAPAL の技術職員の立会いの下運転し、その後 SEDAPAL の技術職員が単独で稼働することができており、運転稼働は問題なくできている。運転に必要なマニュアル、運転データシート、日報等はスペイン語に翻訳して譲渡した。操作パネル上の表記についてもスペイン語へ変更した。メンテナンスについては、プラントメーカーの推奨する定期検査項目と経年劣化(稼働から5年で交換が必要となるもの)により交換が必要となる部品の交換手順を指導した。始動前停止後の点検と操作マニュアルに沿った運転を行えば、SEDAPAL にて管理は十分に行える状況である。

設置機材の耐用年数は、10年を想定している。メンテナンスを適切に実施すれば想定耐用年数以上での使用も可能である。維持管理に掛かる費用としては、プラント設備を稼働させる為のガス代及びメンテナンス費用が必要となる。

表 34: プラント設備の維持管理コスト

項目	費用	算出根拠
天然ガス	50,000 円/月程度	実証機材処理稼働時間 11 時間
メンテナンス費用	50,000 円/月	
小計	計 50,000 円/月	

出典：提案法人作成



上記の支出は機材譲与先の組織規模上容易に負担可能な金額の範囲に収まっており、自立的な活動継続は可能である。

## 7 今後の課題と対応策

事業者の技術を生かした、排水処理のビジネス展開として、ペルーは適地であると考えている。その背景としては、以下の通りである。

・減容化：ペルーの埋め立て処理場は8箇所しかなく最終処分場の負荷軽減が求められている。乾燥設備を稼動する際に用いる燃料として、汚泥燃料の他に、廃棄物由来の燃料を使用する事が可能なため、活用されずに最終処分場に埋め立てられるようなソフトプラスチックや、木屑などをエネルギー源として活用する事が可能である。このことにより化石燃料削減と共にごみの減容化が可能となり、最終処分場の負荷軽減に寄与することができる。また、SEDAPALだけでなく、他の下水処理場を運営する公社にも同様のニーズがあり、水平展開できる可能性がある。

・処理費軽減：下水処理場が汚泥処理のための費用として、脱水、天日乾燥に伴う人件費の他に、遠方にある埋立処分場への輸送費と埋立処理費用を負担している。上記の通り、大幅な減容化が図れるため、輸送費と埋立処理費用とともに、製造した汚泥燃料を自ら使用することも可能となる。SEDAPAL及びSEDACUSCOへのヒアリングでは、余剰分があれば汚泥燃料や堆肥としての販売も検討したいが、まずは自らが運営する下水処理場の電気代を軽減するために活用したいとのニーズが確認できた。提案事業はこれらのニーズに合致している。

・民間企業でのニーズ：カウンターパートが罰金制度など規制強化をはかっている事、尚且つ水の使用料金が約1年間で4倍に跳ね上がった事で、多くの企業がその対応に追われている。新排水基準が施行された後なので、リマ市の多くの事業者が関心を持っている状態であり、排出事業者にとっては、排水処理に伴って発生する汚泥の処理方法について安価で効率的な方法を模索している状態である。本調査で明らかになったのは、製紙会社や飲料メーカーなどは大量の汚泥が発生しているにもかかわらず、その熱源として活用する技術も機材も不足していることである。今後民間企業への技術コンサルティングを含めたビジネス機会があると考えている。

一方で以下のような課題が介在している。

### ・乾燥汚泥の成分の課題

乾燥汚泥燃料のカロリーと成分そして、堆肥として使用するときの寄生虫の殺虫と大腸菌群などがあげられる。カドミウム及び鉛の含有量が日本の汚泥よりも含有量が多い。燃料としての使用についての制限はないが、排ガス処理を行わなければ、排ガスの基準値を超えてしまう可能性がある。これを防ぐためには、原料となる汚泥（その先の排水）を分析し、その発生源を制御する対策が必要となる。乾燥方式の改善を図ること、カドミウム及び鉛の発生源の特定と改善により流入水への汚染を抑制することができれば、汚泥の処理物が有効利用できると思う。また、デモプラントによる乾燥処理では、寄生虫の殺虫と大腸菌群の殺菌効果を評価した結果、寄生虫の卵が検出されており、十分な殺虫及び殺菌効果を得ることができなかった。しかしながら、これらの問題は大型プラントを設置することで課題は解消できると考えている。

・熱源の価格についての課題

前述の通りペルーにおいては天然ガスの価格が政策的に比較的安価に抑えられている。さらに、本調査で明らかになったことは、日本における乾燥汚泥と比べて熱量が低いことである。燃料としての使用は可能ではあるが、熱量が低い分は、販売価格も抑えられることに繋がる。採算性分析においては大きく影響する点である。（前述の通り、大型の設備投資を行うことにより含水率を5%程度まで軽減することは可能である）また廃棄物の分別が進んでおらず、汚泥乾燥機の熱源として、廃プラスチックなどを用いたRPFやフラフなどの廃棄物燃料の製造コストが高くなってしまいう可能性が高い。

	
RPF 燃料 <sup>24</sup>	フラフ燃料 <sup>25</sup>

対応としては、汚泥燃料は下水処理場の施設運営で活用するために、タービンを設置することにより発電を行なう事も検討が可能である。下水処理場では施設運営のために大量の電力を必要とする曝気システムを稼働させたりするため電気代削減が課題の一つとなっている。そのため、外部に汚泥燃料や堆肥を販売するという選択肢の他に、自らの施設運営のために活用することも選択肢として検討できる。また社員教育プログラムを市職員や下水処理場施設従事者並びに廃棄物処理事業者も参加可能とすることで、未活用である汚泥が資源として生まれ変わることが環境にとって重要であることを周知したいと考えている。関係者の知識の向上に寄与することで、単なる価格のみの比較ではなく環境付加価値分を認めてもらうように勤めたい。

・バイオガス方式についての課題

汚泥からエネルギーを抽出する方法としては、バイオガス方式がある。しかし、SEDACUSCOで導入予定の機材の通り、大型の設備を導入するには多くのコストが発生する。特に、日本においては一般的に設置されている脱硫装置が高額であり、提案事業と比べると割高である。脱硫とは、原料に含まれる硫黄分などの有害作用を除去するものである。これを設置しなければ、機材を痛めるだけでなく、喘息や酸性雨などに繋がる大気汚染の原因となる。

調査団は、バイオガスを活用するために、乾燥汚泥を製造するための熱源として活用できないかを検討した。複数の乾燥機メーカーにヒアリングしたところ、成分が安定していない可能性があり、さらに機材が故障する可能性が高いため製品保証ができないとの回答を得た。

・メンテナンスについての課題

機材面の課題としては、修理、メンテナンスを委託する協力企業の構築が必要である。突発的な故障や、軽微な故障に迅速に対応するには、現地委託会社が必要である。外部傭人

<sup>24</sup> [http://kuroda-kogyo.co.jp/publics/index/42/&anchor\\_link=page42#page42](http://kuroda-kogyo.co.jp/publics/index/42/&anchor_link=page42#page42)

<sup>25</sup> <http://www.guun.co.jp/service/product.html>

として機材の設置工事を委託した E 社はボイラーやタンクの施工を行った経験のみならず、配管工事の実績がある。軽微な故障であれば対応ができる。また、日系企業であるため日本語での対応が可能であるため委託先として有力な候補である。また、重要な故障が発生した場合においても、E 社経由で現地メーカーに発注することで対応が迅速に行える。今後協議を続け、メンテナンス関係のビジネスパートナー関係の構築を図りたい。

## 第4 本事業実施後のビジネス展開計画

### 1 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

本事業で提唱した有機汚泥の乾燥処理技術を活用した再生燃料の製造技術は、日本においてはすでに実用化されており、再生燃料は様々な分野で活用されている。事業者の経営戦略における海外事業は最も重要な分野の一つと位置付けている。競争の激しい日本の市場において培った廃棄物ビジネスのノウハウや技術を海外の発展を続ける途上国において活用をすることにより、事業規模の拡大と安定を図りたいと考えている。本事業を通じて有機性汚泥処理プラント企業の海外における成功事例を作り、優秀な技術を持つ多くの日本国内会社の世界各地への事業進出を促進するきっかけとなりたいと考えている。将来的には、有機性汚泥処理とあわせて、汚泥燃料を用いた発電事業を展開したいと考えている。世界に冠たる日本の廃棄物処理技術が世界各地で活かされ各地域経済活性と公衆衛生向上、環境保護に貢献するとともに、提案法人および日本の廃棄物処理プラント会社の国際的プレゼンスが高まることを期待している。

本事業は、市民の公衆衛生を向上し、生活環境を適切に維持するため行政が整備を行うべき下水処理より発生する汚泥を、処理委託し適切な処理及び汚泥燃料へのリサイクルを行うものである。公共性の強い提案法人事業のリマ市での成功事例は、汚泥処理、下水処理に対しコスト面や方法等の問題を抱えている多くの地域での水平展開を可能にするものであると考えている。

今後の対象国におけるビジネス展開を進める上で、想定しているビジネスモデルは次の3つである。

ビジネスモデル1: 民間企業への機材選定から運用までのアドバイザー業務

ビジネスモデル2: 事業者の資金で設備を設置し上下水道公社及び民間から汚泥処理を受託するモデル

ビジネスモデル3: SEDAPAL（もしくは他の上下水道公社）からの汚泥処理についての施設運営に関する業務委託

それぞれの具体的な内容及び進め方については後述する。

#### (1) マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）

現時点での市場分析状況を下記に示す。

##### ① 対象顧客層の概況及び想定する需要等

対象顧客層は下水処理施設運営法人（SEDAPALのみならず全国の上下水道公社）と民間企業の二つに分けられる。カウンターパートは下水処理場を運営しており、汚泥は一次脱水をした後、民間処理業者に委託した上で、最終埋立処分場で埋め立て処理をしている。汚泥を排出する場合、排出基準に含まれるBOD、COD、SS、油分（動植物性のも）及びアンモニウムイオンは汚泥により分解し、重金属類は汚泥中に移動する。汚泥中の重金属類は排水以上濃度になるのが一般的である。そのため、下水処理施設は、重金属が濃縮される汚泥を適正に処理し、河川等のBOD、COD、SSは基準を守ることが求められている。脱水された汚泥を乾燥せずに処理した場合には、汚泥が腐敗することで溶出した汚水が外部へ移動することで、河川や地下水の水質を悪化させる結果に繋がる可能性がある。適正な汚泥の処理は、結果的に環境水の保全に重要である。リマ市で発生する全ての汚泥処理量を107トン/日として算出すると、年間の民間処理業者に支払う費用は

293 百万円にのぼる。（最終埋立処分場までの運搬費及び最終埋立処分場での処理委託費の合計）その他に施設運営費用が掛かることを勘案するとカウンターパートが汚泥処理に費やす費用はおよそ 474 百万円程度になる。また、前述の通り ANEPSSA PERU が強い関心を示している。特に SEDACUSCO に関しては現地調査を行った。今後さらなる協議を進め、水平展開の可能性を模索する。

また、民間企業に関しては、食品製造工場運営会社、繊維工場運営会社、製紙会社といった多くの工業用水を使用する排出事業者が有望であると考えている。新排水基準が施行された後なので、リマ市の多くの事業者が関心を持っている状態であり、排水基準を遵守するために新たな設備導入を計画している。排水処理を行うためには、その過程で発生する汚泥についても効率的な処理が求められる。ヒアリングを通じて多くの民間企業が、汚泥処理についての対策を検討していることが判明した。しかし、ペルーにおいては、汚泥燃料の生産及び活用がされていない状態であり、自ら設備導入を行い汚泥の乾燥処理及びその活用までを検討している企業は殆どいない状態である。事業者の技術はこれらに活路を見出すものであり、民間企業を対象としたビジネスモデルとしては、民間企業の各工場において発生する汚泥を、処理費を支払ってもらった上で事業者もしくは事業者の委託先の運搬会社が回収し、提案法人の運営する施設にて処理を行うことが想定される。

対象民間顧客層の地域分布であるが、リマ市およびリマ市周辺地域を予定している。将来的に、リマ市郊外（現在想定しているのは SEDAPAL の下水処理場内）に規模の大きな乾燥設備を設置し、排出事業者が自らの費用負担で設置場所まで運搬することを想定している。（排出事業者が運搬の機材がない場合には、輸送会社に業務委託をする予定である。）リマ市にはおよそ 8 万の事業所があり、多くの工業関連の事業所はリマ市商工会に加盟している。また大手企業は SNI に加盟している。それぞれの団体は業界ごとの部会を持っており、汚泥処理についても協議を進めている。

それぞれの団体の一部加盟企業（及び団体事務局）には、事業者の技術のプレゼンテーションを団体事務局に行なった。また、ペルーはリマ市を中心に日系人が 9 万人程度在住しており、本事業の民間企業への紹介を行うために日秘商工会も訪問した。その結果、汚泥の乾燥処理による減容化と汚泥燃料の活用について高い関心を得ることができ、これらの団体に加盟している企業を紹介された。これまでに面談を実施した代表的な企業のニーズを以下に記す。

表 35：主な民間企業のニーズ（業務完了報告書において、企業名は非公開）

企業	内容
T 社 (繊維染料製造会社)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・汚泥処理は現在 10m<sup>3</sup>/年であるが、6 ヶ月後に中和装置が導入される。凝集沈殿後のフロックが発生してから汚泥量が増すであろう。</li> <li>・汚泥は有害廃棄物として処理しているが、乾燥する事で無害化される可能性がある為、処理費が安価になる事に関心がある。</li> </ul>
S 社 (養鶏設備運営など)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・敷地 14,000m<sup>2</sup>、12 万羽を飼育し卵を生産している。</li> <li>・鶏糞が日量 30 t 発生し、悪臭と菌を媒介するハエ（蛆）に対する住民の苦情を解決するために本事業で使用する乾燥機に興味を持った。</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>一部を天日乾燥し、有価で販売している。しかし、悪臭とハエの問題から、殆ど販売せずに処理している。処理費は運賃込みで US\$300 (約 30t 分) /日である。</li> </ul>
AN 社 (廃棄物処理業)	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚泥の処理方法としては、ペルーにはない技術なので関心がある。近隣企業の汚泥の処理をビジネス化したい。技術協力をお願いしたい。ビジネスパートナー候補として今後どのように共働できるかの協議を続けたい。</li> </ul>
O 社 (水処理会社)	<ul style="list-style-type: none"> <li>新排水基準に準拠するため企業からの排水処理についてのニーズは多い。汚泥の処理方法としては、ペルーにはない技術なので関心がある。</li> </ul>
U 社 (飲料・醸造業)	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚泥の処理方法としては、ペルーにはない技術なので関心がある。設備投資とランニングコストについて詳しく知りたい。</li> </ul>
Qu 社 (化学品製造業)	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚泥の処理方法としては、ペルーにはない技術なので関心がある。</li> </ul>
U 社 (セメント製造会社)	<ul style="list-style-type: none"> <li>天然ガスの値段が年々右上がりであり、燃料としての受け入れは検討したい。</li> </ul>
Pr 社 (野菜加工会社)	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚泥の処理方法としては、ペルーにはない技術なので関心がある。(工場からの汚泥を持ち込み乾燥処理を実施)</li> </ul>
Pra 社 (生肉加工会社)	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚泥の処理方法としては、ペルーにはない技術なので関心がある。(工場からの汚泥を持ち込み乾燥処理を実施)</li> </ul>
Mo 社 (繊維染料製造会社)	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚泥の処理方法としては、ペルーにはない技術なので関心がある。(工場からの汚泥を持ち込み乾燥処理を実施)</li> </ul>
PRA 社 (段ボールなどの製造会社)	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚泥の処理方法としては、ペルーにはない技術なので関心がある。(実証機材の見学に訪れた)</li> </ul>
F 社 (煉瓦製造会社)	<ul style="list-style-type: none"> <li>粘土に炭素源として無煙炭やバイオマス (もみ殻) を添加しており、乾燥汚泥を代替物としての利用を検討している。</li> </ul>

出典：提案法人作成

## ② 市場規模

首都圏の人口集中と急速な産業成長によって、下水処理施設の整備が求められている状況であり潜在的なニーズは高い。カウンターパートは、大量に発生している有機性汚泥の処理についての費用 (人件費、設備稼働、最小処分場への処理費用) について削減したい意向である。さらに、有機性汚泥のエネルギー活用を数年前から検討している状態であり、本技術について高い関心を示している。リマ市では急速な低所得者層の流入による周辺部の人口増加と居住域拡大が続くと見込まれている。しかし、上下水道のインフラ整備が遅れており乾季における水不足や排水処理が課題となっている。

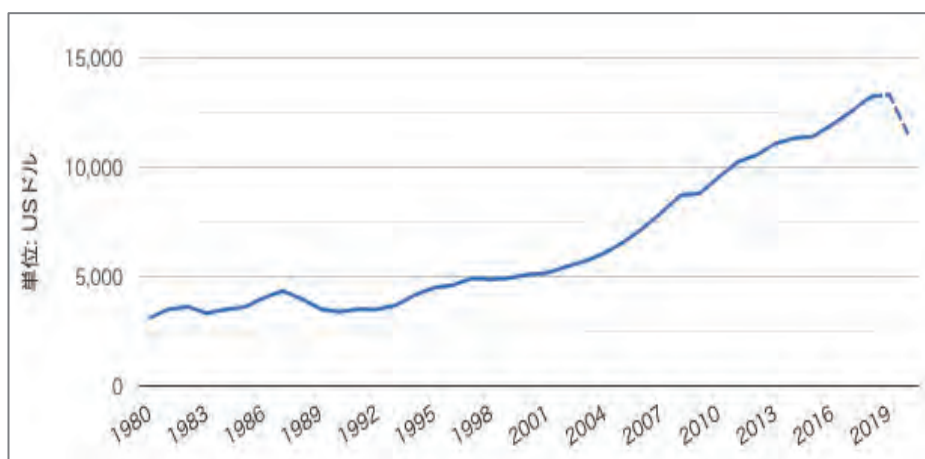


図 31 : 今後の GDP の推移

出典 : IMF 資料

GDP 成長率を中南米の近隣諸国と比較しても、ペルーはリーマンショックなどの影響が軽微であった。

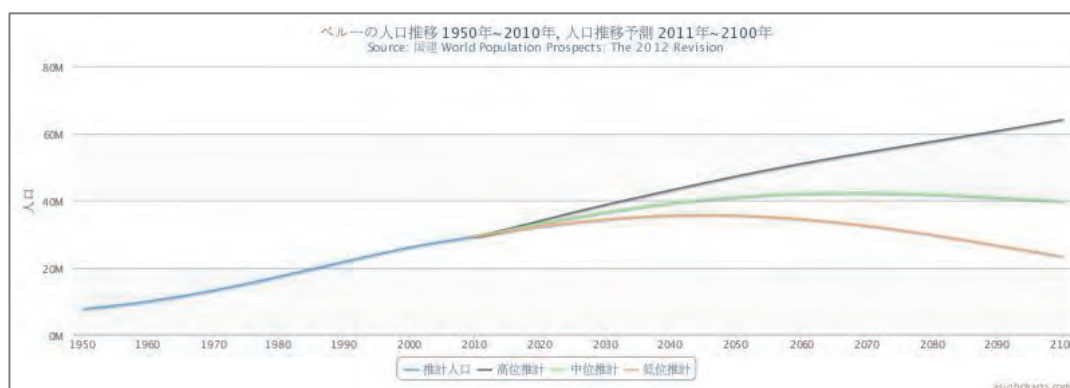


図 32 : ペルーの人口の推移と今後の予測

(出典 : IMF 資料、国連 world population Prospect 資料)

ペルーの人口は年々増加しており、この 30 年で人口は 1.6 倍になった。今後緩やかに上昇することが予測される。<sup>26</sup>

<sup>26</sup> 高位推計・中位推計・低位推計は出生率の高低からの推計値

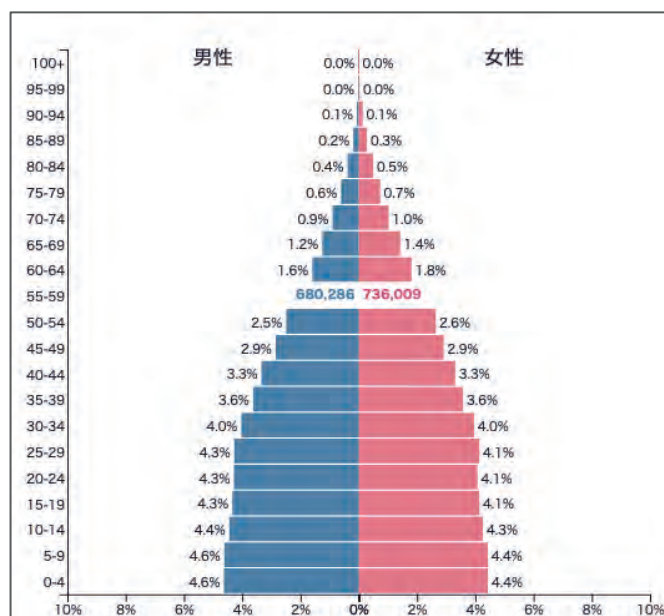


図 33：ペルーの人口ピラミッド

出典：国家統計情報庁

綺麗な正三角形を描いており、人口の 35%は 18 歳未満である。

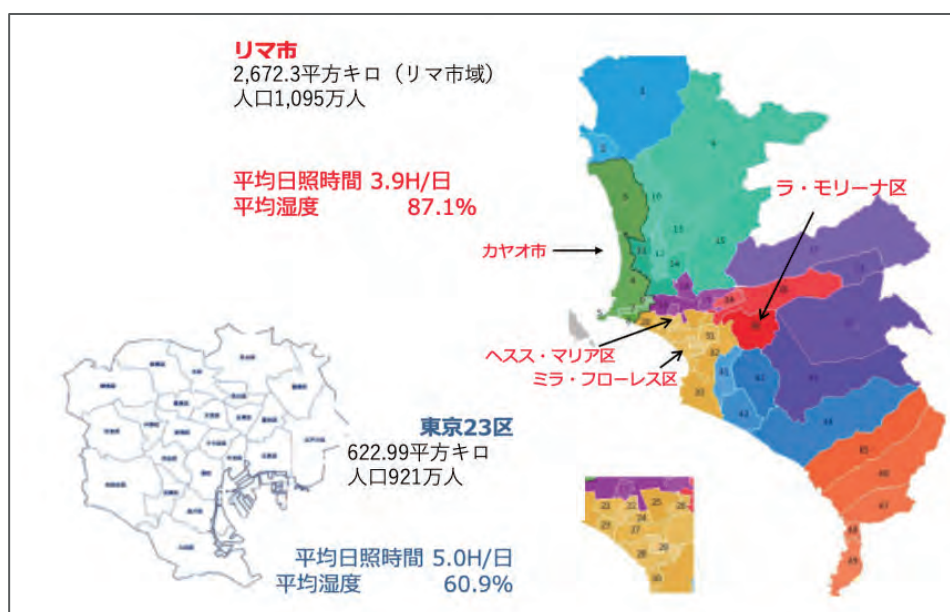


図 34：リマ市と東京の比較

出典：在ペルー日本国大使館配布資料に調査団が加筆

リマ市における汚泥の発生量は 107 トン/日と推定されているが、将来的には経済発展及び人口の増加による発生量の増加が想定される。

民間企業に関しては、新排水基準の施行により、前述の通り産業界が対応を急いでいるのが現状である。本調査において、汚泥を大量に発生する可能性がある企業は、食品（加工・製造）会社、繊維工場、製紙工場がターゲットとなることがわかった。

上記の工場排水は BOD、SS や油分が高くなるため、必ず排水処理が必要であり、一般的な工場では以下のような汚泥が 1 工場あたり発生される。

食品製造会社	(汚泥発生量 20t/日)
香料製造会社	(汚泥発生量 70t/日)
製紙工場	(汚泥発生量 200t/日)

しかしながら、本調査において提案法人の技術に対する高いニーズはある程度確認できたものの、民間企業からの将来の汚泥の処理委託量についての精度の高い推計をするまでには至っていない。これは、新排出基準が施行されてから日がたっておらず、まだ民間企業の多くがその対策について模索中である事にも起因するところが大きい。(民間企業から発生する汚泥発生総量についての統計もない状態である)

#### ③ 原材料・資機材の調達計画(含、許認可の必要性の有無)、生産・流通・販売計画(含、許認可の必要性、現地生産計画の有無)

原料となる汚泥に関しては比較的容易に調達ができると考えている。カウンターパートと連携し下水処理施設から調達を行なうか、民間大型施設などから汚泥回収を行なう事(もしくはその両方)を予定している。収集運搬に関しては、収集運搬車数台を自ら保有するか、現地の収集運搬業者に委託する 2 通りが考えられるが、調査の結果現地廃棄物事業者と連携すれば対応可能であるため、いずれも大きな障害にはならないと考える。

一方で、乾燥設備運営に必要な燃料については、できうだけプラスチックなどを原料とした RPF やフラフなどの廃棄物燃料を使用したいと考えていたが、前述の通り現地での廃棄物の分別が進んでいないため、燃料費が高くなってしまふ恐れが高いことと、天然ガスの価格が安価であるため、当面は天然ガスを使用することを想定している。将来的には、現地の廃棄物処理業者からプラスチックや木屑等を買って、破砕機を用いて廃棄物燃料を自ら製造するか、廃棄物処理事業者に製造委託する 2 通りを検討している。

#### ④ 流通体系

リマ市内は慢性的な交通渋滞により効率的な物流体系の構築は困難である。これはリマ市周辺への人口の急速な増加に幹線道路の整備がついていないことが主たる原因である。運搬に関しては効率的な方法を検討しなくてはならないと考えられる。効率的なルート選択のみならず、収集運搬の時間帯を工夫し、交通渋滞の比較的緩和されている時間帯を選択する予定である。

リマ市にはカヤオ港があり日本からの資機材の輸入は対応が可能である。カヤオ港は港湾費用が高いことと船便の接続が悪いため、日本からは太平洋を横断して、まずチリの港に入ってからペルーに立ち寄ることが多い。同様に、ペルーからのアジア向けの貨物も同様にペルーから直行するのではなく、チリに立ち寄ってからになる。そのため、輸送に関しては費用と時間の面から課題が存在している。物価と比較するとガソリン価格は比較的高いと言える。本報告書(2021年2月)での価格は、レギュラーガソリンが 86 円/リットル程度<sup>27</sup>であり、日本でのガソリン価格と 3 割程度低い。しかしガソリン価格は下図のように大きく変動している。

<sup>27</sup> <https://jp.tradingeconomics.com/peru/gasoline-prices>



図 35：ペルーのガソリン小売価格

単位：US ドル/リットル  
出典：国立統計局

#### ④ 販売チャンネル

本事業における収益源は 1.処理費用 2.汚泥燃料・乾燥汚泥や堆肥の販売を想定している。

1.に関しては、SEDAPAL などの上下水道公社及び民間企業からの委託費を見込んでいる。

2.に関しては、汚泥燃料の最大の使用顧客はセメント会社を見込んでいる。既にセメント会社とは交渉を行っている。乾燥汚泥については、煉瓦会社が粘土に炭素源として使用することを検討している。また、堆肥に関しては、果樹農家やショッピングセンターなどへの販売を見込んでいる。

人材育成面の観点からは、流通販売の工程においても我が国における適正処理方法を導入し、労働安全衛生の改善に努め、営業部隊の育成の為に、図や絵を用いた営業マニュアルを作成する事を検討している。

#### ⑤ 競合の状況

事業者のような、汚泥燃料製造を行っている外国企業は見当たらない。また、競合となるペルー内企業は存在していない。リマ市内ではおよそ 300 社の廃棄物処理事業者が存在しているため、将来的には参入する可能性がある。また、民間企業へのヒアリングを実施した時にも廃棄物処理事業者及び他業種から、自ら汚泥処理事業に参画したいとのニーズも確認された。また、汚泥乾燥を行なって燃料化する本事業と競合する方式としては、バイオガス方式が考えられるが、前述の通り、脱硫装置などの初期投資額が大きくなるため、民間企業などへの導入は大企業のみ限定されることが想定される。提案事業は、乾燥設備を設置し、適切に運用することで実施が可能であるため、小規模～中規模工場から、下水処理場まで対応が可能である。

#### ⑥ サプライヤーの状況

乾燥設備の製造に関しては、現地で調達できる焼却設備の躯体部分である鉄骨などの資機材はできるだけペルー内で調達し組み立てを行う事を予定している。現地プラント製造業者には資機材の調達が可能であることを確認済みである。また、メンテナンス体制構築に向けて協議を続けているが、必要な機材の調達についても特段の懸念材料は無いと考えられる。メンテナンスに必要な機材としては、ベアリング、コンベアチェーン（搬送設



備) フレームアイ (火炎検出器) であるが、いずれも現地で原材料は調達でき加工も行うことができる企業が存在する (FEMER 社など) ことを確認した。

ク 既存のインフラ (電気、道路、水道など) や関連設備などの整備状況

現在現地展開の第一段階として想定しているのは、SEDAPAL が運営管理している下水処理場内であるため、インフラについては整っている。しかしながら、停電が度々発生する場合はある程度の非常用発電装置の確保が必要になると考えられる。

## (2) ビジネス展開の仕組み

ビジネスモデルとしては、以下の3つを想定している。

ビジネスモデル1：民間企業への機材選定から運用までのアドバイザー業務

ビジネスモデル2：事業者の資金で設備を設置し上下水道公社及び民間から汚泥処理を受託するモデル

ビジネスモデル3：SEDAPAL (もしくは他の上下水道公社) からの汚泥処理についての施設運営に関する業務委託

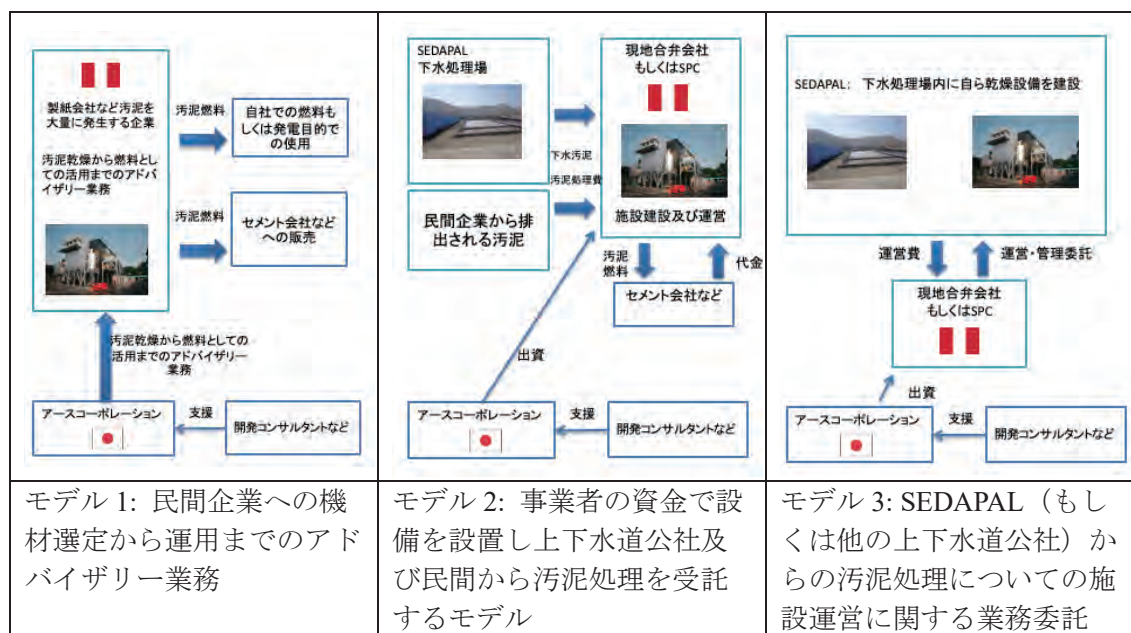


図 36：想定するビジネスモデル概要図

出典：提案法人作成

(ビジネスモデル1) 民間企業への機材選定から運用までのアドバイザー業

本事業実施中に、多くの民間企業から汚泥の減容化及び汚泥の燃料としての活用について強いニーズがあることが確認できた。既に飲料水を取り扱っている廃棄物処理事業者からは、40m<sup>3</sup>/日の排水処理を行う機材の発注を今年度末に行うことを真剣に検討している状態である。機材の価格は6,000万円(輸送費、設置費など含まず)である。提案事業者が、機材選定、販売、設置から運用の指導までを2年程度の時間を掛けて行う予定である。COVID-19感染拡大により、購入判断の時期は若干遅れる可能性が高いが、導入に向けて現地と頻繁に連携をとっている状況である。その他にも製紙会社においては、汚泥の脱水処理を行い、高額の処理委託費を支払っている状態を改善し、パルプ生産の過程で大

量に発生する汚泥を利用して、自らのボイラーに使用することを希望している。しかし、適切な機材選定を行う知見を有していない。また、塩素分を含んだ汚泥が混入する可能性が高い。塩素はボイラー設備を腐食させるなどの悪影響があるため、再利用するためには生産工程を見直し混入する汚泥を減らすなどの知見が必要である。これら民間企業への生産工程の見直し、適切な機材選定及びその運用について2年程度のアドバイザリー業務を行うことを想定している。

(ビジネスモデル2) 事業者の資金で設備を設置し上下水道公社及び民間から汚泥処理を受託するモデル

事業者が出資し設立した現地合弁会社にて汚泥乾燥処理施設を建設し、SEDAPALからの業務委託で汚泥の乾燥処理を行い、その処理費を受け取る。また、民間企業から排出される汚泥の処理事業を実施する。製造された燃料は合弁会社が販売する。設備設置場所は回収場所に応じた対応を予定している。民間からの汚泥処理委託事業が主となるのであれば、ビジネスパートナー候補の企業の敷地内に機材を設置することも想定される。大手廃棄物処理事業者であるANCRO社の工場はリマ市内に位置しており、廃棄物処理事業者としての様々な許認可を得た上で処理事業を営んでいる。民間で新規に土地を取得し、環境アセスメントなどの許認可を得るためには数年の期間を有する。ビジネス機会を得るためには、このような現地廃棄物処理事業者と連携して展開することが現実的である。例えばANCRO社は、事業者が実施している汚泥処理方法に強い関心を示しており、今後双方の役割分担を明確にした上で連携を模索するための協議を進めている。またSEDAPAL側が下水処理場内に設備を設置することが可能であるならば、用地取得の必要がなく許認可を得るための時間も大幅に軽減できる。

(ビジネスモデル3) SEDAPAL（もしくは他の上下水道公社）からの汚泥処理についての施設運営に関する業務委託

SEDAPALが本事業案の有効性を認め、自らの資金もしくはODA予算や他のドナーの資金を活用して汚泥処理施設を建設する。この場合は、提案法人は施設の運営管理（汚泥処理施設の運転（汚泥の処理、資材、人員調達）、等の維持管理業務）をSEDAPALから受託することを想定している。この場合は、国際競争入札になるため、SEDAPAL及びペルー投資促進庁と条件等を確認しながら進める。事業規模によっては、数社でアライアンスを組んで応募することも考えられる。SEDAPAL、セダクスコ及びペルー投資促進庁へのヒアリングの結果、小規模の機材納入に関しては、国内競争入札にて実施可能であるが、コンセッションを含む下水処理場の運営に関しては、国際競争入札になる可能性が高いことが確認された。そのため、ビジネスモデル2に関しては、コンセッション案件（インフラ・プロジェクト）への参加が想定される。ちなみに国内競争入札への参加資格は、国内企業もしくは、国内企業との共同企業体（JV:joint venture）に限られる。

ペルー投資促進庁に、本プロジェクトについて説明したところ、排水処理について2020年-2021年におけるインフラ・プロジェクトは複数あり、提案技術の活用ができる案件も存在している。

表 36: コンセッション案件内容

部門	件数
教育	6
電気	6
灌漑	1
刑務所	1
鉄道	1
炭化水素	2
不動産	3
資本市場	1
鉱山	6
物流	1
港湾	4
医療	7
保健衛生	12
通信	4
ケーブルカー	1
教育	6
合計	62

出典：ペルー投資促進庁および JETRO 資料に基づき  
提案法人作成

ペルー投資促進庁から提示された、本事業と関連が深い事業は現時点では次の通りである。（以下全てペルー投資促進庁配布資料に基づく）



図 37: コンセッション・プロジェクト例 1

出典：提供資料より抜粋

内容：プエルトマルドナド排水処理プラント  
投資総額：57 百万ドル

表 37：コンセッション・プロジェクト（予定） 例 2

プロジェクト名	内容	投資額
ワラス市の排水処理プラントなど	排水処理プラントの運用と保守	84.97 百万ソーレス
タラポト市の下水処理場運営	生活排水処理及びその工程で発生する固形廃棄物の処理	86.88 百万ソーレス
リマ、カニエテ州の排水投棄または再利用のための排水処理	排水処理プラントの運用と保守	111.06 百万ソーレス
ランバイエケ州排水処理システム	下水処理場の設計と建設、および 3 つの下水処理場の運営と維持管理	154.85 百万ソーレス
イカ、チンチャ郡における排水処理	排水収集システムの最適化	110.57 百万ソーレス
カハマルカ市における排水の投棄または再利用のための排水処理	既存の下水処理場の敷地内に新しい排水処理設備を建設	178.23 百万ソーレス
クスコ州の排水処理	既存の下水処理場の拡張など	135.78 百万ソーレス
フニン県における下水および排水処理システムの改善と拡大	都市排水設備施設の建設及び運営	未定

出典：投資促進庁からの提供資料より抜粋

この他にもチチカカ湖流域からの排水の処理システム建設などのプロジェクトなどが今後創出される見通しである。いずれのプロジェクトも規模が大きく、またコンセッションであるため事業者の体制や資金力では単独での参画は困難である。ペルー投資促進庁からは、これらのプロジェクトに応募する企業はそれぞれ数社に絞られるため、予めそれらの企業と連携をとり共同提案してみてもどうかとのコメントを得た。今後のビジネス展開において、これらの競争入札へ、他の企業と連携を取りながら参画することを検討したい。国際競争入札については、提案事業者のような外国企業であっても参入障壁はない。

### (3) 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

#### ① ビジネス展開の計画・スケジュール

##### 第 1 ステージ: ビジネスモデル 1 の実施

既に複数の民間企業から機材調達、乾燥汚泥の調達についての強い引き合いがきている。既に飲料水を取り扱っている廃棄物処理事業者からは、40m<sup>3</sup>/日の排水処理を行う機材の発注を今年度末に行うことを真剣に検討している状態である。機材の価格は 6,000 万円（輸送費、設置費など含まず）である。提案事業者が、機材選定、販売、設置から運用



の指導までを2年程度の時間を掛けて行う予定である。COVID-19 感染拡大により、購入判断の時期は若干遅れる可能性が高いが、導入に向けて現地と頻りに連携をとっている状況である。また、煉瓦製造会社からは、原料となる粘土に添加する補助材料としての活用を検討している。既に当該会社は乾燥汚泥の評価を実施済みであり、煉瓦を焼成する際に、周りからの熱だけでなく、乾燥汚泥のもつ発熱量により内部からエネルギーを加えることで加熱時間が短くなる効果を高く評価している。更に、現地大手セメント会社からは、助燃剤としての活用を検討している。現在、COVID-19 感染拡大の影響により、当該セメント会社の研究所での評価は実施できていない状況であるが、今後も交渉を続ける予定である。汚泥が大量に発生する民間企業は、製紙会社や飲料会社が想定される。これらの民間企業とは実証結果や乾燥汚泥のサンプルを用いて複数回面談を行った。特に製紙会社は、パルプ製造時に発生する汚泥を、脱水して埋立処分している。この処理費用が膨大であることと、エネルギーとしての活用についてその可能性を模索している状態である。乾燥汚泥製造を行うための機材選定及び機材の運営について、提案事業者に委託できないかという相談を受けている状態である。今後諸条件を確認しながら、協議を行う予定である。ビジネス展開の第一歩として、まずは民間を対象としたビジネスモデル1を2年程度実施することを想定している。

現時点での事業化スケジュールとしては以下を予定している。

現地会社設立： 現地法人設立は行わない  
ライセンス取得： アドバイザリー業務のため不要  
事業開始： 2021年10月頃

## 第2ステージ:ビジネスモデル2もしくはビジネスモデル3の実施

ビジネスモデル2においては、事業者が出資し設立した現地合弁会社にて汚泥乾燥処理施設を建設し、SEDAPALからの業務委託で汚泥の乾燥処理を行い、その処理費を受け取る。SEDAPALへの実証結果を用いた普及活動の結果、汚泥のエネルギーとして活用についての強いニーズが再確認できた。用途としては、膨大な電力を賄うための自家消費を想定しているものの、外部への汚泥燃料としての販売についても視野に入れていることが確認できた。また、セダクスコが運営する下水処理場を訪問するとともに、汚泥の活用について同様のニーズが確認できた。セダクスコはGIZの支援によりバイオガスの抽出及び発電設備の導入は決まっている。しかし乾燥汚泥による発電方法についても、バイオガス方式よりも設備投資が軽微であることと、処理費用が軽減できることに強い関心を示している。しかしながら、国際競争入札が想定されるとともに、多額の投資資金を必要とする。提案事業者の事業規模から勘案するに、単独での実施ができるかは、今後のSEDAPALとの協議を続けないと判断できない。

ビジネスモデル3においては、SEDAPAL自らの資金もしくは、ドナーの資金を活用するため、提案事業者の資金的な負担は大幅に軽減される。SEDAPALとの協議では、自らの資金を活用する予算化は検討できるが、入札になることと予算化までには相当の長時間を必要とするとの回答であった。寧ろ、SEDAPALとしては、日本もしくは他のドナーからの資金的な支援を期待したいとのことであった。これらの状況を鑑みると、ビジネス展開を早期に実現するためには、まずは、民間企業への導入を第1ステージにて行い、その有効性を広く広めながら、SEDAPALや他の上下水道公社との連携を模索しながら第2ステージを目指すことが現実的であると判断した。

現地会社設立： 2022年10月～2023年3月頃（事業者の現地法人設立予定）  
ライセンス取得： 現地法人設立から6ヶ月後程度  
事業開始： 2023年9月頃



第3ステージ:リマ市における成功モデルによりペルー全域への普及を目指し、水平展開する。

ペルー投資促進庁が入札を行っている、コンセッション案件などへ他の企業とともに参画することを想定している。大規模案件が多いことと、下水処理場全体の運営に関わるプロジェクトが多いため、提案事業者単独での入札は困難である。第1ステージで現地でのネットワークを深め、パートナー企業の選定を行いながら、機会があれば、下水処理場の中での汚泥処理に関する事業を提案事業者が受託することを想定している。

現地会社設立： 2022年10月～2023年3月頃（事業者の現地法人設立予定）  
 ライセンス取得： 現地法人設立から6ヶ月後程度  
 事業開始： 2023年9月頃

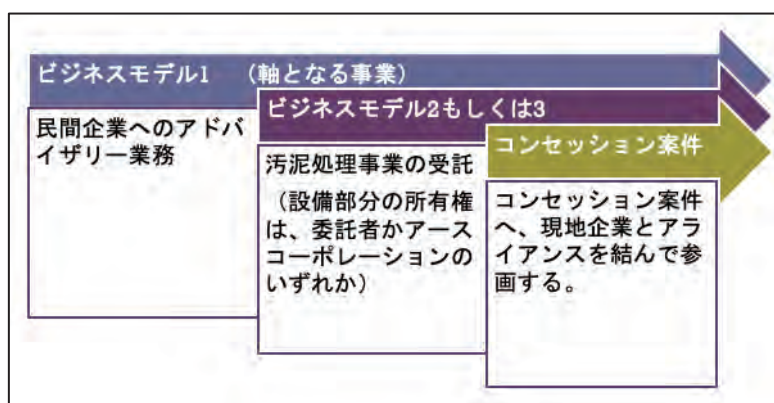


図 38:ビジネスモデルのイメージ図

本事業終了後には、まずはビジネスモデル1において、民間企業数社へのアドバイザリー業務を実施する。実施期間は2年程度を見込んでいます。その後の採算性を見ながら、現地法人の設立準備を行う。

② 要員計画・人材育成計画

ビジネスモデル1については、日本からの2名もしくは3名の派遣を想定している。機材選定に関しては、12ヶ月程度。機材運用の指導については1年から2年を想定している。

ビジネスモデル2及び3の事業における基本方針は、現地化・融合を念頭に、日本からペルーへの技術移転を進め、自立した運営を行うことである。

従業員の教育を当初2年程掛けて行い、基軸となる現地スタッフの育成を進めたい。当初は、日本からの管理者の派遣と、連携予定のパートナー企業との両軸で進めていく予定である。要員に関しては、事業全般を管理する管理者を日本から1、2名、現地での設備運営の製造管理を行う主任者を現地から1名、現地で汚泥燃料販売の営業を行う営業担当者を現地で2名、製造、設置、メンテナンスなどを行うワーカーを現地で10名程度雇用することを想定している。

人材育成計画については、設備の取扱方法及びメンテナンス方法等の従業員への教育が必要である。設備運用については作業方法の簡略化及びローテク化を行い、現地スタッフが新規の就業者に社員教育を行ない技術移転が行われるフローを構築する予定である。作業工程及び営業についての教育は、簡易化された販売マニュアルや啓発のためのパンフレ

ットなどを作成し、現地パートナーのリソースを活用して現地に合致するような営業方法について極力マニュアル化する予定である。訓練に関してはOJTを提案法人のスタッフが現地で作業を具体的に行い、現地スタッフに対し3ヶ月程度の訓練期間を設ける予定である。また、これらの教育・訓練手法に加えて、将来的には幹部候補生の本邦研修も検討している。

表 38：人材育成計画イメージ（ビジネスモデル 2,3 を想定）

フェーズ	社員派遣期間・人数	現地従業員雇用	人材研修
現地法人設立準備期間	12ヶ月 1,2名	当初1名 その後施設従事者の採用を開始する。	施設従事者への作業マニュアル等の作成を行う。採用マニュアルに基づいた採用を開始する。
施設建設期間-稼働開始後1年間	6ヶ月 1名（常駐） 3名（出張）	8名	採用を進める。 採用者には技術指導を開始する。 本社から指導員を派遣して指導を行う。採用者には研修プログラムを開始。
稼働2年目	常駐1名	9名	初期スタッフが後進を指導。研修プログラム運営。 本邦研修を実施。
稼働5年目以降	現地スタッフでの稼働	12名	現地スタッフに拠るオペレーション。研修プログラム運営。

出典：提案法人作成

#### (4) ビジネス展開可能性の評価

##### ① 事業採算性からの評価

各ビジネスモデルについて現時点で想定している事業採算性について以下に記す。

##### (ビジネスモデル1の採算性分析)

ビジネスモデル1においては、製紙会社や飲料メーカーなど排水・汚泥が大量に発生する企業の工場において、排水処理に関する機材選定及び機材の運用に関するアドバイザリー業務を行うことを想定している。職員は日本からの派遣を想定している。受託期間は2年程度を想定している。当初2年間は、飲料メーカー1社からの受託を想定している。3年目からは2社程度の受注を目指す。初期投資が必要でないため、発生する費用は、通訳などの備人費などに限られる。

表 39：ビジネスモデル1の収支計画

事業計画書		稼働日数 345日									
収入(単位千円)	備考	第1期		第2期		第3期		第4期		第5期	
内訳		単位	千円	千円	千円	千円	千円	千円	千円	千円	千円
【売上高】	アドバイザリー業務	30,000	千円	30,000	千円	60,000	千円	60,000	千円	60,000	千円
	汚泥処理量	0	トン/年	0	トン/年	0	トン/年	0	トン/年	0	トン/年
	燃料販売	0	千円	0	千円	0	千円	0	千円	0	千円
	燃料販売量	0	トン/年	0	トン/年	0	トン/年	0	トン/年	0	トン/年
売上高合計		30,000	千円	30,000	千円	60,000	千円	60,000	千円	60,000	千円
【販売費及び一般管理費】											
燃料費(売上の19%)、 その他資材(5%)、メン テナンス費(11%)	0%	0	千円	0	千円	0	千円	0	千円	0	千円
給与(営業員)		15,000	千円	15,000	千円	30,000	千円	30,000	千円	30,000	千円
旅費交通費		2,400	千円	2,400	千円	4,800	千円	4,800	千円	4,800	千円
通信費		0	千円	0	千円	0	千円	0	千円	0	千円
交際費		0	千円	0	千円	0	千円	0	千円	0	千円
その他(人材育成など)		0	千円	0	千円	0	千円	0	千円	0	千円
減価償却		0	千円	0	千円	0	千円	0	千円	0	千円
販売費及び一般管理費合計		17,400	千円	17,400	千円	34,800	千円	34,800	千円	34,800	千円
営業利益		12,600	千円	12,600	千円	25,200	千円	25,200	千円	25,200	千円
営業外費用]支払利息		0	千円	0	千円	0	千円	0	千円	0	千円
経常利益		12,600	千円	12,600	千円	25,200	千円	25,200	千円	25,200	千円
税引前当期純利益		12,600	千円	12,600	千円	25,200	千円	25,200	千円	25,200	千円
法人税	32.89%	4,144	千円	4,144	千円	8,288	千円	8,288	千円	8,288	千円
税引後当期利益		8,456	千円	8,456	千円	16,912	千円	16,912	千円	16,912	千円
借入金元本返済											
10年で分割払いと仮定金利3.5%		0	千円	0	千円	0	千円	0	千円	0	千円
借入金元本残高		0	千円	0	千円	0	千円	0	千円	0	千円
設備残存価値										273,750	
cashflow	0	8,456		8,456		16,912		16,912		290,662	

初期	単位 (千円)
初期投資	
設備投資	0
運転資金	0
自己資金	0
借入金	0

(ビジネスモデル2の採算性分析)

本事業における収益モデルは、汚泥処理委託費及び汚泥燃料の販売利益である。ビジネスモデル①においては、SEDAPAL 以外にも製紙会社といった大規模な汚泥排出事業者からの需要を見込めると考えており、5年後には150トン/日程度までの汚泥処理を実施することを想定している。事業実施に係る経費としては初期投資である乾燥設備と燃料費などのランニングコストなどである。これまでに国内で実施してきた事業を踏まえて考慮した上で、この費用見積もりであれば採算性を成り立たせることが可能であると考えている。

(採算性分析の前提)

SEDAPAL から提供された6つの下水処理場から発生する汚泥量及び運営コストを元に処理費用を試算した。その結果、日量約70トン(正確には69.52トン)の汚泥発生量、汚泥処理費用は12.13円/kgと仮定し、提案事業者へ汚泥処理を6.64円/kgの処理費で委託する前提における採算性分析を行った。(現在のO&Mコストから算出)また汚泥燃料の販売価格は、購入予定者であるセメント会社の購入している石炭の単価(6~7円/kg)及びカロリーから、3.5円/kgと仮定している。(カロリーベースでは石炭と同等まで製造可能であるが、初めて使用する汚泥燃料であることを鑑み若干割り引くことを想定している)汚泥燃料は70トンの汚泥から8.75トン/日製造すると想定している。

表40: ビジネスモデル2の収支計画

事業計画書		稼働日数 345日									
収入(単位千円)	備考	第1期		第2期		第3期		第4期		第5期	
内訳		単位	千円	千円	千円	千円	千円	千円	千円	千円	千円
【売上高】	処理費		168,514	202,216	242,660	291,192	349,430				
	汚泥処理量	トン/年	25,374	30,449	36,538	43,846	52,615				
	燃料販売	千円	11,101	13,321	15,986	19,183	23,019				
	燃料販売量	トン/年	3,172	3,806	4,567	5,481	6,577				
売上高合計			179,615	215,538	258,645	310,374	372,449				
【販売費及び一般管理費】											
燃料費(売上の19%)、 その他資材(5%)、メン テナンス費(11%)	35%		62,865	75,438	90,526	108,631	130,357				
給与(営業員)			13,800	15,688	18,749	19,874	23,306				
旅費交通費			2,400	2,400	2,400	2,400	2,400				
通信費			1,200	1,200	1,200	1,200	1,200				
交際費			100	150	200	200	200				
その他(人材育成など)			1,200	1,200	1,200	1,200	1,200				
減価償却			41,550	41,550	41,550	41,550	41,550				
販売費及び一般管理費合計			123,115	137,626	155,825	175,055	200,213				
営業利益			56,500	77,912	102,820	135,319	172,236				
営業外費用]支払利息			15,155	13,640	12,124	10,609	9,093				
経常利益			41,345	64,272	90,696	124,711	163,143				
税引前当期純利益			41,345	64,272	90,696	124,711	163,143				
法人税	32.89%		13,598	21,139	29,830	41,017	53,658				
税引後当期利益			27,746	43,133	60,866	83,693	109,485				
借入金元本返済											
10年で分割払いと仮定金利3.5%			43,300	43,300	43,300	43,300	43,300				
借入金元本残高			389,700	346,400	303,100	259,800	216,500				
設備残存価値								223,750			
cashflow	-433,000		25,996	41,383	59,116	81,943	331,485				
IRR 5年	5.44%										
初期	単位(千円)										
初期投資											
設備投資	433,000										
運転資金	100,000										
自己資金	100,000										
借入金	433,000										
		前提条件									
処理費用	6.64円/kg	現状の処理	85%	7.81円/kg							
汚泥燃料	3.5円/kg	現状の処理	処理場内	4.63円/kg							
販売		費	O&M								
			費	3.18円/kg							
			埋立処分								
			費(輸送費								
			込み)								
借入金	3.5%	国内取引銀	からの円貨	の調達							
			を想定								

出典: 提案法人作成

乾燥設備はでき得るだけ現地への委託製造にて行い初期投資を抑えたいと考えている。初期投資額が運転資金を入れて4.33億円程度と高額であることと、投資回収期間が9年程度と長期になる点が懸念される。また、5年で算出したFIRRは5.44%と低い値であった。(10年のFIRRは8.87%)これは、廃棄物処理事業者の業種的な特徴であるが、投資回収の期間が長いことと、長期のFIRRでなければ初期投資の金額が大きいため改善が見られない。初期投資軽減及び期中の収益モデルの改善が今後課題としてあげられる。ビジネスモデル2におけるベストシナリオの前提は、処理費用を現状の85%ではなく、100% (7.81円/kg、汚泥燃料販売価格単価を3.5円/kgから4.5円/kg、設備投資額を60百万円軽減した場合を想定している。5年で算出したFIRRは10.23%、10年で算出したFIRRは12.85%である。)

表41：ビジネスモデル2の収支計画（ベストシナリオ）

事業計画書		稼働日数 345日									
収入(単位千円)	備考	第1期		第2期		第3期		第4期		第5期	
内訳		単	単	千	千	生産量(ton)	千	生産量(ton)	千	生産量(ton)	千
【売上高】	処理費	168,514	千円	202,216	千円	242,660	千円	291,192	千円	349,430	千円
	汚泥処理量	25,374	トン/年	30,449	トン/年	36,538	トン/年	43,846	トン/年	52,615	トン/年
	燃料販売	14,273	千円	17,127	千円	20,553	千円	24,663	千円	29,596	千円
	燃料販売量	3,172	トン/年	3,806	トン/年	4,567	トン/年	5,481	トン/年	6,577	トン/年
売上高合計		182,786	千円	219,344	千円	263,213	千円	315,855	千円	379,026	千円
【販売費及び一般管理費】											
燃料費(売上の19%)、 その他資材(5%)、メン テナンス費(11%)	35%	63,975	千円	76,770	千円	92,124	千円	110,549	千円	132,659	千円
給与(営業員)		13,800	千円	15,688	千円	18,749	千円	19,874	千円	23,306	千円
旅費交通費		2,400	千円	2,400	千円	2,400	千円	2,400	千円	2,400	千円
通信費		1,200	千円	1,200	千円	1,200	千円	1,200	千円	1,200	千円
交際費		100	千円	150	千円	200	千円	200	千円	200	千円
その他(人材育成など)		1,200	千円	1,200	千円	1,200	千円	1,200	千円	1,200	千円
減価償却		41,550	千円	41,550	千円	41,550	千円	41,550	千円	41,550	千円
販売費及び一般管理費合計		124,225	千円	138,958	千円	157,424	千円	176,974	千円	202,515	千円
営業利益		58,561	千円	80,385	千円	105,789	千円	138,882	千円	176,511	千円
営業外費用)支払利息		14,805	千円	13,325	千円	11,844	千円	10,364	千円	8,883	千円
経常利益		43,756	千円	67,061	千円	93,945	千円	128,518	千円	167,628	千円
税引前当期純利益		43,756	千円	67,061	千円	93,945	千円	128,518	千円	167,628	千円
法人税	32.89%	14,391	千円	22,056	千円	30,898	千円	42,270	千円	55,133	千円
税引後当期利益		29,365	千円	45,005	千円	63,046	千円	86,248	千円	112,495	千円
借入金元本返済											
10年で分割払いと仮定金利3.5%		42,300	千円	42,300	千円	42,300	千円	42,300	千円	42,300	千円
借入金元本残高		380,700	千円	338,400	千円	296,100	千円	253,800	千円	211,500	千円
設備残存価値										223,750	
cashflow	-373,000	28,615		44,255		62,296		85,498		335,495	
IRR 5年	10.23%										
初期	単位 (千円)										
初期投資											
設備投資	373,000										
運転資金	150,000										
自己資金	100,000										
借入金	423,000										
前提条件											
処理費用	7.81 円/kg	現状の処理 費の	100%	7.81 円/kg							
汚泥燃料 販売	4.5 円/kg	現状の処理 費	処理場内 O&M 埋立処分 費(輸送費 込み)	4.63 円/kg							
借入金利	3.5 %	国内取引銀か らの円貨での 調達を想定									

出典：提案法人作成



(ビジネスモデル3の採算性分析)

ビジネスモデル3においては、乾燥設備の導入をSEDAPAL(もしくは他の上下水道公社)自ら行うため初期投資は軽微になると想定している。(車両2台および事務所棟)そのため、初年度で投資回収ができると考えられる。

処理量はSEDAPALが運営する6箇所の下水処理場の汚泥量から立ち上げることを想定しているが、経済成長に伴う汚泥発生量の増加と他の下水処理場からの搬入を見越して年間5%の上昇を想定している。

表42: ビジネスモデル3の収支計画

事業計画書		稼働日数 345日									
収入(単位千円)	備考	第1期		第2期		第3期		第4期		第5期	
内訳		単位	千円	千円	千円	千円	千円	千円	千円	千円	千円
<b>【売上高】</b>	処理費	168,514	千円	176,939	千円	185,786	千円	195,076	千円	204,829	千円
	汚泥処理量	25,374	トン/年	26,643	トン/年	27,975	トン/年	29,373	トン/年	30,842	トン/年
	燃料販売	11,101	千円	11,656	千円	12,239	千円	12,851	千円	13,493	千円
	燃料販売量	3,172	トン/年	3,330	トン/年	3,497	トン/年	3,672	トン/年	3,855	トン/年
<b>売上高合計</b>		179,615	千円	188,595	千円	198,025	千円	207,927	千円	218,323	千円
<b>【販売費及び一般管理費】</b>											
燃料費(売上の19%)、その他資材(5%)、メンテナンス費(11%)	35%	62,865	千円	66,008	千円	69,309	千円	72,774	千円	76,413	千円
給与(営業員)		13,800	千円	15,688	千円	18,749	千円	19,874	千円	23,306	千円
旅費交通費		2,400	千円	2,400	千円	2,400	千円	2,400	千円	2,400	千円
通信費		1,200	千円	1,200	千円	1,200	千円	1,200	千円	1,200	千円
交際費		100	千円	150	千円	200	千円	200	千円	200	千円
その他(人材育成など)		1,200	千円	1,200	千円	1,200	千円	1,200	千円	1,200	千円
減価償却		1,550	千円	1,550	千円	1,550	千円	1,550	千円	1,550	千円
<b>販売費及び一般管理費合計</b>		83,115	千円	88,196	千円	94,608	千円	99,199	千円	106,269	千円
営業利益		96,500	千円	100,399	千円	103,417	千円	108,728	千円	112,054	千円
<b>【営業外費用】支払利息</b>		1,320	千円	1,188	千円	1,056	千円	924	千円	792	千円
経常利益		95,180	千円	99,211	千円	102,361	千円	107,804	千円	111,262	千円
税引前当期純利益		95,180	千円	99,211	千円	102,361	千円	107,804	千円	111,262	千円
法人税	32.89%	31,305	千円	32,631	千円	33,667	千円	35,457	千円	36,594	千円
<b>税引後当期利益</b>		63,875	千円	66,581	千円	68,695	千円	72,347	千円	74,668	千円
<b>借入金元本返済</b>											
10年で分割払いと仮定金利4%		3,300	千円	3,300	千円	3,300	千円	3,300	千円	3,300	千円
借入金元本残高		29,700	千円	26,400	千円	23,100	千円	19,800	千円	16,500	千円
<b>初期</b>	<b>単位(千円)</b>										
初期投資											
設備投資		33,000									
運転資金		100,000									
自己資金		100,000									
借入金		33,000									

出典: 提案法人作成

②フレームワーク分析からの評価

今後競合を如何に回避し、安定したビジネスモデル構築を図る為に幾つかのフレームワーク分析を実施した。

ア) クロス SWOT 分析

今後想定されるビジネスモデル上の経営課題を抽出する為のクロス SWOT 分析を行なった。

クロスSWOT 分析		内部環境	
		強み	弱み
		(1) 日本国内での稼働実績（信頼性の担保） (2) 行政からの委託業務を長年実施した経験 (3) 汚泥燃料及び堆肥製造の知見 (4) 乾燥機材の運用に関する知見 (5) 汚泥燃料の成分分析、カロリー調整	(1) 海外での実績 (2) 機材輸送コスト (3) 人材（語学力など） (4) 初期投資金額
外部環境	機会	強みを生かし、チャンスをものにする	弱みを克服しチャンスを見逃さない
	(1) SEDAPALの新排水基準 (2) 日系社会との連携 (3) 競合他社が存在しない	(1) 排水・汚泥処理の設備投資を検討中の企業へのアプローチ (2) 日系社会と連携して市場開拓 (3) ビジネスパートナーとして廃棄物処理事業者と連携する	(1) 本事業での実証結果を有効活用する (2) 現地での資機材の調達を進める (3) 現地備人及び日系社会との連携による補強 (4) ビジネスパートナーとの共同出資などを検討
	脅威	強みを生かし、脅威の影響を受けないようにする	弱みを克服し、脅威の影響を受けないようにする
	制度の運用が適切になされていないため、不正を行う企業が増加する	(1) 技術優位性の明確化など (2) 行政機関への働きかけを行う	(1) 現地調達によるコスト削減 (2) 投資リスクの分散を図り水平展開を目指す

図 39: 経営課題分析（クロス SWOT 分析）

出典：提案法人作成

上記の状況を踏まえて、弱みの部分の改善を経営戦略の優先順位として高いものと位置づけて対応したいと考えている。特に、人材の確保と初期投資金額の軽減は大きな課題である。ビジネスパートナー候補企業の適切な連携を模索したい。人件費上昇への対策であるが、人材の育成に注力したいと考えている。社員教育体制を構築し、スタッフの能力の引き上げを目指したい。

次に、マクロ的な分析を行なう為に PEST 分析及び業界の構造の分析の為に 5F 分析を行なった。

イ) マクロ環境分析 (PEST 分析)

表 43:マクロ環境分析 (PEST 分析)

項目	内容
政治	2016年に発足したクチンスキー政権はインフラ整備（特に上下水道）、教育の質の向上、医療サービスの改善、国内経済のインフォーマルセクターの縮小、治安改善等を重視する政策を掲げていた。しかし僅か2年で汚職疑惑事件の引責で退陣した。その後ビスカラ政権、メリノ大統領、サガスティ大統領と目まぐるしく大統領が変わるなど、政治情勢の混乱が続いている。自由経済の維持や腐敗防止、透明性強化、インフラ改善が課題であることは明らかであるものの、短期で政権が後退しており、実現性に疑問が残る状態である。
経済	2020年は、新型コロナウイルス感染拡大に伴い、マイナス13.94パーセントの経済成長（GDPベース）であった。2021年度も感染拡大が続いており、経済成長の鈍化が想定される。また、所得格差が広がっているなどの課題があり、引き続き鉱業依存比率が高い状態である。
社会	リマ市では下水処理施設の整備が進められているが、人口増加と経済成長の速度に比して大幅に改善が遅れている状況である。また、新排水基準が施行されたにも拘らず企業側の対応が遅れているが、課徴金を払うことにより設備投入を行わない予定の企業も散見されている。
技術	汚泥燃料製造の技術はペルーには存在していない。（しかし汚泥処理に関心を示す廃棄物処理事業者などが散見されている）

出典：提案法人作成

新排水基準の施行、経済成長、人口増加等の将来的なプラス要因はあるものの、大手廃棄物処理事業者などが参入してくる可能性は否定できない。しかし、我が国における同業他社との競争で培った、作業効率化やサービス向上などにより、競争優位性の確保については様々な工夫を行っていく予定である。

## 2 想定されるリスク及び対応

本事業で想定する主なリスク及び対応策を以下に示す。

表 44: 主なリスク及び対応策

想定するリスク	リスク対応策
事業リスク	競合他社の動向次第によっては事業リスクが発生する可能性がある。現在汚泥燃料を製造している事業者はペルーにおいては存在していないが、新規参入を検討している事業者も存在していることから、差別化を促進し、排出事業者の汚泥に応じた個別対応などのサービス向上などを実施していく予定である
価格リスク	競合他社が参入した場合には、処理費用の低下が想定される。その場合、処理効率がよい高性能の機材の設置やオートメーション化を含めた費用削減などの徹底を行いたい。
感染症リスク	COVID-19 の感染拡大により、本事業においても遅延が発生した。今後世界的な感染症が発生した場合には、現地渡航の制限や、手続きの遅延などが想定される。現地への技術移転を進め、自立した運営ができるような技術者の育成を目指したい。
技術者の流出・不足	技術指導で育成した現地技術者の流出による技術者不足、それによる維持管理上の問題が想定される。事業者が実施する対策としては、現地で複数名の技術指導を行い、技術の共有化を図り、技術者の不足に対するリスクを解消することを考えている。
許認可取得方法の慣行の違いなど	今後の展開においては、現地の日系ネットワークやビジネスパートナーの知見を得ることにより、許認可申請及び契約などに関する不備は回避可能と考えられる。
社会・文化・慣習面でのリスク	ビジネス環境の整備は進んでいるものの、まだペルーは事業展開に関わる必要な書類数が多く、手続きが煩雑であり関税も高い状態である。さらに、申請を出してから許可が下りるまでの必要日数が総じて長い。そのため、諸手続き関係や、税務問題などに明るい専門家を初期の段階から参画させて対応する予定である。持続的な運営を行えるように現地化・融合を進めていく予定である。
治安	ペルーは一般的に安全な国といわれているが一般犯罪は非常に起きやすい環境にあるため引き続き安全対策について留意する必要がある。
安全管理	常に作業員の安全を確保するために、定期的な点検日誌の記載や危険な作業に関する指導を行う。万が一に備えて、現地と日本国の間で常に連絡が取れるような環境を確保する。

出典：提案法人作成

### 3 普及・実証において検討した事業化による開発効果

#### (1) 事業化による開発効果

「下水処理施設の負荷軽減」、「最終処分場の負荷軽減」、「化石燃料使用量の削減」、「上下水道公社職員のキャパシティ・デベロップメント」といった開発効果以外にも、民間企業ごとの汚泥の特性に応じた処理方法の提供により、より効果の高い汚泥処理が可能となる。例えば製紙会社であれば、パルプ生産の過程で大量に発生する汚泥を利用して、自らのボイラーに使用することが可能となる。（但し、塩素分を含んだ汚泥が混入する可能性が高い。塩素はボイラー設備を腐食させるなどの悪影響があるため、再利用するためには生産工程を見直し混入する汚泥を減らすなどの知見が必要である）食品製造業であれば、汚泥燃料以外にも堆肥としての活用も可能である。ペルーにはない、汚泥燃料製造技術を活用し、ボイラー設備を稼働させるための燃料としての活用を行うような仕組みの構築を進める。このことによって、大量の汚泥が燃料として活用でき、化石燃料使用量の削減にも貢献できる。SEDAPAL だけでなく他の地域の上下水道公社や他地域の民間企業に対して提案技術を水平展開させて、中南米の諸国に普及させることにより大きな開発効果が期待できる。また、今後、排水処理や汚泥処理などの新市場が拡大していくことで、新たな雇用が生まれ、水ビジネスに関する高い技術をペルーにおいて伝播させることが期待できる。

#### (2) ビジネスモデルから見た開発効果

ビジネスモデル1は、民間企業が自ら汚泥処理を行う仕組みを構築することの技術支援である。この事業が実現することにより、化石燃料の削減、最終処分場の延命、下水処理場の負荷軽減などの効果が考えられる。

ビジネスモデル2は、事業者が（ビジネスパートナーと共同で）自ら出資して汚泥乾燥処理施設への設備投資を行い、SEDAPAL や民間企業から汚泥処理を受託するものである。また製造された燃料を販売する。SEDAPAL にとっては、現在天日乾燥を行い、遠い埋立処分場まで運んで処理費を支払っている現状に、新たな選択肢が増えることになる。さらには汚泥燃料活用して発電を行い、自らの電気代軽減に活用するという選択肢も増える。また、民間企業にとっては、汚泥処理の手法の選択肢が増えることになり、自らの予算や規模に応じて、効果的な汚泥処理を行えることになる。

ビジネスモデル3は、乾燥設備の導入を SEDAPAL（もしくは他の上下水道公社）自ら行うモデルである。下水処理場内に設備を設置することが可能であるならば、用地取得の必要がなく許認可を得るための時間も大幅に軽減できるため、早期に実現が可能である。SEDAPAL にとっては遠く離れた最終埋立処分場へ輸送するコストを削減することができる。本事業の設置場所まで運ぶことになるので大幅に輸送費の軽減が図れる。試算では20米ドル/トンの輸送費を見込んでいる。



概算であるが、SEDAPAL の費用削減効果は次の通りである。

表 45:費用削減効果試算

埋立処理コスト			乾燥処理コスト (LPG)		
項目	単位	数値	項目	単位	数値
運搬費用	\$/台	60.0	オペレーター	\$/人工・日	25.0
処分費用	\$/日	240.0	燃料代 (LPG)	\$/日	2311.0
費用総計	\$/日	300.0	電気代	\$/日	67.2
			運搬費用	\$/日	20.0
処理単価		13 \$/t	処分費用	\$/日	60.0
			費用総計	\$/日	2403.2
			処理単価		100 \$/t
			乾燥処理コスト (LNG)		
			項目	単位	数値
			オペレーター	\$/人工・日	25.0
			燃料代 (LNG)	\$/日	84.9
			電気代	\$/日	67.2
			運搬費用	\$/日	20.0
			処分費用	\$/日	60.0
			費用総計	\$/日	177.1
			処理単価		7 \$/t

出典：提案法人作成

現在の埋め立て処分コストが 13 米ドルトンに比べて、LNG による乾燥処理であれば 7 米ドルトンまでコスト削減が可能となる。さらには汚泥燃料活用して発電を行い、自らの電気代軽減に活用するという選択肢も増える。

## 4 本事業から得られた教訓と提言

### (1) 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

本事業を通じて、当初予定していたスケジュールの遅延などが発生した経験を得た。これらの経験を通じ、今後海外展開を検討する企業へ以下の教訓をお伝えしたい。

#### ① 諸手続きについて

ペルーは一般的に役所関係の諸手続きに時間を要すると言われている。特に普及・実証事業においては、カウンターパートとの協定を事前に締結する必要がある。カウンターパートの組織変更により担当者が頻繁に変わったため、協定を締結するために多くの時間を費やすこととなった。関税手続きについても同様のことが発生しうる。日本の行政サービスの時間軸を想定しては事業計画が大幅に変更を余儀なくされると考えておく必要がある。その為、余裕を持ったスケジュールを組む必要がある。現地通関業者や輸送について豊富な実績のある業者の選定が必要である。

#### ② 実証機材の修理について

普及・実証事業実施期間中に、現地業務実施時期以外に実証機に不具合が発生した場合の対応はあらかじめ想定しておいた方がよい。現地での技術移転が行われ、きちんとメンテナンスが実施できる体制が整うまでの期間においては、どのように修繕を行うかを予め検討しておくべきである。特に、日本からペルーへの渡航は、移動時間が必要であり、航空券が高額であるから、不測の事態に対応ができるようにするためにも予めある程度余裕を持った渡航計画を策定する必要がある。また、現地である程度の修繕が可能な業者を予め選定しておくことも必要だと考えられる。

#### ③ 時差によるビジネス活動の制約について

日本とペルーでは、14時間もの時差があり、日本とペルーとでビジネスタイムが逆である。日本と密に連絡を取る必要がある事業であれば、思わぬ障害になりかねない。予め通信手段の確保を行っておくことが求められる。もしくは現地委託先の選定を進めておくことが考えられる。

#### ④ 渡航時期について

ペルーでは歴史的文化的に有名な名所が多いため、観光客が年中訪れている。そのためか宿泊先の確保が困難な事態が発生することがある。日本から現地へ向かう航空券も時期によっては早めの予約を行わない限り確保できないこともある。そのため、渡航スケジュールに関しては、早めに算段を立てることが求められる。

#### ⑤ 天候、災害について

気候状況による機材の到着の遅れ、雨期における河川流量の増大が想定される。機材輸送に関しては予め日程的に余裕のある計画が必要である。気候変動に伴う洪水でリマ市の一部で緊急避難準備が発令されたことが以前あった。天災に伴う遅れなどにも配慮する必要がある。

## (2) JICA や政府関係機関に向けた提言

本事業の実施によって、今後のビジネス展開の可能性が明確化された。これは、今まで JICA が長年に渡ってペルーにおいて培ってきた実績とそれに基づく信頼であることは明らかである。このようなスキームを活用することにより、事業者単独では成し得なかった多くの成果が得られたと考えている。しかしながら、本制度を活用し、事業者が腐心した点などを踏まえ、若干の提言を行いたいと考える。

### ① ミニッツ協議について

普及・実証事業の契約交渉開始にあたり、カウンターパートとの間でのミニッツ協議及び署名するにあたり、カウンターパート側にも十分な説明が求められる。しかしながらカウンターパートによっては、政権の交代などにより体制が根本から覆されることが多々ある。特に、中南米での実施では、事業者が容易になんども事前協議に行けるようなことは物理的にも困難である。現地 JICA 事務所の支援は折につけて頂いてきたが、このような背景を鑑み、引き続きの支援を願いたい。できれば、採択企業が契約前に現地に訪問して、カウンターパートと合意形成を図ることができるような運用案を検討してもらうことを期待する。

### ② ODA による側面支援

SEDAPAL が発した法令の基準値を超えた排水を減少させるためには、各業界、各企業において、民間レベルでの対応が求められる。しかしながら、各工場やセクターでは、排水基準を満たすような設備投資を忌避する傾向もあるため、生活・工場排水が環境に与える影響等についての活動をペルー国内で活性化していく必要がある。このような側面で検討した場合、品質管理基準等のルール作りを支援する技術協力、排水規制で定められた基準値を着実に把握するための検査機材等の充実も有効と思われる。中小企業が更にビジネス展開を望む場合のビジネス環境を整理していくために補完的な形態で ODA を活用することも有効であると思われる。

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO DE LIMA  
(SEDAPAL)

Summary Report

Verification Survey with the Private Sector  
for Disseminating Japanese Technologies  
for Utilizing Organic Sludge Drying  
Technologies to Manufacture Regenerated  
Fuel in Lima

April, 2021

Earth Corporation Co., Ltd

## 1. BACKGROUND

Currently the amount of sludge waste generated in Lima City is 107 tons per day and is expected to increase due to rising population and economic development. In particular, the proper treatment of sludge along with waste water in the urban areas is one of the most critical social issues faced by the city. Lima City has a population of 8.4 million people, which accounts for around one-third of the population, and since the pace of population increase and economic growth in the area is very high, the capacity of existing sewage treatment plants is insufficient, resulting in contamination of discharged water and increasing volume of sludge generated from waste water.

Faced with these issues, Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (“SEDAPAL”) has adopted sun-drying procedures for sludge generated at some of its existing sewage treatment facilities and has installed drying equipment on a trial basis to deal with the increasing sludge and to reduce costs associated with transporting the sludge for disposal at landfill sites. However, the sludge has only been considered as waste material to be simply dumped at landfill sites despite the fact that there is potential to convert the sludge into an energy resource, and hence SEDAPAL is incurring heavy costs to treat and dispose of the sludge.

SEDAPAL has been looking into utilizing sludge as an energy source, such as biomass fuel, but has not yet developed an effective method. Meanwhile, at the COP20 Lima Conference which was held in Peru in December 2014, a new objective was issued regarding the reduction of GHG emissions in EU, the U.S., and China after 2020, and also the “Lima Call for Climate Action” was adopted. At this conference, Peru established the “Lima-Paris Action Agenda” for the next COP21 and stated that it would further develop its own measures against climate change including the reduction in use of fossil fuel.

Sludge fuel remains an undeveloped resource but has the potential to be stably manufactured and supplied, and to become an alternative energy source to existing fossil fuel through the application of technologies possessed by the proposing company, Earth Corporation Co., Ltd. (“Earth Co.”). Assuming the demand for energy use continues to increase at a rate of 7~9% per year, the capacity for supplying energy needs to be doubled over the next 8 to 10 years. Considering the limitations on increasing electricity generation from traditional means, it is vital to widen the use of alternative renewable energy sources that have lower greenhouse gas emissions through accelerated promotion and management of energy policies, and through actual adoption of alternative energy technologies such as Earth Co.’s sludge fuel manufacturing technology.

---



## 2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES

### (1) Purpose

Through the Verification Survey, a small-scale pilot plant facility for drying sludge will be established at an existing sewage treatment plant managed by SEDAPAL. The pilot plant will have the capacity to treat 1ton of dewatered sludge (with 80% water content) per day. Through conducting pilot operations of the plant, the effectiveness in reducing environmental damage and reducing sludge treatment and disposal costs compared to the current method of transporting and dumping the sludge at landfill sites will be verified. Furthermore, the potential to operate a sustainable business through manufacturing sludge fuel and sludge fertilizer through application of the proposed drying technology will be verified and the business model for dissemination will be considered.

### (2) Activities

#### ① **Verification**

##### Goal 1: Verify the effectiveness of the drying treatment of dewatered sludge and the technology of producing sludge fuel

Assess the installation environment at the project site and design a small-scale pilot plant. Assess local availability of parts and materials required for installation. Transport the plant equipment from Japan to the project site and install the small-scale pilot plant. Treat the dewatered sludge (with 80% water content) at the pilot plant to produce dried sludge. Substantiate the plant's ability to reduce the weight of sludge to one-fourth to SEDAPAL and private sector enterprises that generate sludge. Accept sludge from sewage treatment plants managed by SEDAPAL or, if needed, private sector enterprises such as food processing, textile manufacturing and paper manufacturing companies, and conduct drying treatment as well as chemical analysis.

##### Goal 2: Verify the commercial viability of the specification (calorific value), characteristics, and price of the produced dried sludge

Analyze the sludge fuel produced at the pilot plant. Assist SEDAPAL in marketing the sludge fuel produced at the small-scale pilot plant to potential buyers. Sell the sludge fuel to SEDAPAL's facilities and cement manufacturing companies and verify its effectiveness. Analyze whether the residual ash from burning sludge fuel can be sold as material for cement

and disclose the results. Analyze the dried sludge at academic institutions (in both Japan and Peru), and verify the effectiveness of utilizing the dried sludge as fuel or fertilizer.

Goal 3: Verify the effectiveness in transferring the skills of operating/maintaining the equipment to SEDAPAL personnel

Conduct on-site demonstrations and training for SEDAPAL staff using the pilot plant and transfer operational expertise. Prepare operation manuals and provide training on how to maintain the equipment. Through the training program in Japan, conduct on-site training at Earth Co.'s facility which possesses a large-scale drying furnace as well as sludge loading equipment and exhaust treatment equipment in order to transfer the practical expertise of operating/maintaining large-scale plants. Furthermore, provide opportunities for SEDAPAL personnel to actually operate the plants and ensure the relevant skills are adequately transferred.

**② Dissemination**

Goal 1: The effectiveness and cost-saving benefits of sludge fuel is recognized by relevant public sector authorities within Peru including water supply and sewerage management organizations





Conduct open demonstrations at the survey site for relevant public sector authorities. Treat the dewatered sludge (with 80% water content) at the pilot plant to produce dried sludge. Demonstrate the plant's ability to reduce the weight of sludge to one-fourth. Also, conduct trials of actually using the dried sludge as fuel at SEDAPAL's facilities and cement manufacturing companies, and provide information on the results (combustion analysis) to quantitatively indicate the effect in reducing sludge disposal volumes. Furthermore, conduct seminars regarding the use of sludge fuel, and disseminate the effectiveness and cost-saving benefits of sludge fuel by providing case studies. Also, provide quantitative analysis on the economic benefits of introducing the proposed technology.

Goal 2: The effectiveness of the proposed technology is recognized by relevant academic institutions and private sector enterprises that generate sludge in Lima and other areas of Peru

Conduct open demonstrations at the survey site for relevant private sector institutions. Treat the dewatered sludge (with 80% water content) at the pilot plant to produce dried sludge. Demonstrate the plant's ability to reduce the weight of sludge to one-fourth. Provide information on the results from actually using the sludge fuel at SEDAPAL's facilities and cement manufacturing companies and indicate the effect in reducing sludge disposal volumes. Furthermore, conduct seminars regarding the use of sludge fuel, and disseminate the effectiveness and cost-saving benefits of sludge fuel by providing case studies. Also, conduct

workshops regarding sludge, sludge fuel, results of chemical analysis, cost reduction benefits and sludge treatment technologies in order to promote the utilization of Earth Co.'s technologies.

(3) Product/Technology to be provided

Name	Pilot plant for drying sludge		
Specification		<p>Heat-generating plant: Furnace  Annual treating capacity: 105 tons/year  Planned operating schedule: 630 hours/year,  6 hours/day  Treating capacity per hour: 240kg/h</p>	
Characteristics	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Drying and granulating organic sludge (industrial waste sludge, sewage sludge), to manufacture regenerated sludge fuel and/or fertilizer material.</li> <li>• A cyclone dust collector and a water scrubber are included in the gas emission treatment process to prevent secondary environmental contamination. Safer and more sanitary facility that prevents the scattering of sludge.</li> <li>• Can reduce water content of treated sludge down to 20% through effective heat energy distribution from applying a direct-heating method. Furthermore, the plant uses natural gas as fuel, aimed to achieve economic efficiency in Peru.</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="552 1328 831 1547">  </div> <div data-bbox="839 1328 1110 1547">  </div> <div data-bbox="1118 1328 1398 1547">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div data-bbox="552 1559 831 1671"> <p>Dried Sludge used as fuel or fertilizer material</p> </div> <div data-bbox="839 1559 1110 1671"> <p>Drying plant for drying sludge using rotary kiln</p> </div> <div data-bbox="1118 1559 1398 1671"> <p>Heat furnace generating heated air in excess of 800 degrees celsius</p> </div> </div>		
Superiority over competitors' products	<p>Currently, sludge fuel is not available in Peru and there are no competitors. The sludge fuel manufactured by Earth Co. can generate around 4,000kcal/kg, which equates to around two-thirds of the calorific value of coal.</p> <p>The competitive strength of Earth Co. lies in their superior operational systems. There are usually more than 100 inspection items in order to</p>		

	<p>properly manage the whole facility. Specifically, temperature management of the dryer, heat-generating furnace and duct systems, monitoring of electric currents of various components and detection of unusual sounds from each equipment are conducted meticulously to maintain the operational effectiveness of the system as a whole and not simply to run individual machinery.</p> <p>Furthermore, to achieve safe and cost-effective operations and maintain facilities in proper condition, operators themselves conduct regular maintenance by coordinating closely with specialized maintenance departments, making it possible to achieve 25 days of consecutive operation. Based on their own experience, Earth Co. designs and conducts its own maintenance procedures in addition to routine maintenance suggested by the equipment manufacturers.</p> <p>Furthermore, maintenance procedures conducted while the equipment is running is designed to prevent equipment deterioration and increase expected lifespan through detailed adjustments of greasing and movement processes. Also, proper cleaning and maintenance of ducting systems are designed to prevent decline of thermal conductivity and processing capacity caused by accumulation of waste deposits.</p> <p>The operational procedures developed by Earth Co. allow for safe and efficient operations to be conducted by only two operators.</p> <p>The water content of the produced sludge fuel can be adjusted to achieve 15% and granulation can be achieved to a size of under 5mm so that the fuel possesses high ignition and combustion qualities.</p>
Domestic and International Sales Achievement	<p>Earth Co. operates two drying plants and treats around 25,000 ton of organic sludge per year. Volume of sludge is reduced to 16% (with 10~30% water content). Each year, 500 tons of sludge fuel is sold to cement companies and 3000 tons is sold as fertilizer material. An additional 500 tons per year is sold to hardware stores as horticultural fertilizer.</p> <p>Earth Co. does not yet have any overseas sales.</p>
Size of pilot plant	5000mm x 10000mm (with and length of installation area)
Project Site	Santa Clara sewage treatment plant managed by SEDAPAL
Number of equipment to be installed	<p>Sludge drying plant: 1 plant</p> <p>(includes cyclone dust collector and deodorization unit)</p>

(4) Counterpart Organization

Japan side: Earth Corporation Co., Ltd.

Peru side: Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL)

(5) Target Area and Beneficiaries

Target Area: Lima City and surrounding regions

Beneficiaries: Enterprises engaged in sludge treatment, generators of sludge waste, potential users of sludge fuel and sludge fertilizer, and general community affected by waste water quality

(6) Duration

October, 2018~ June , 2021

(7) Progress Schedule

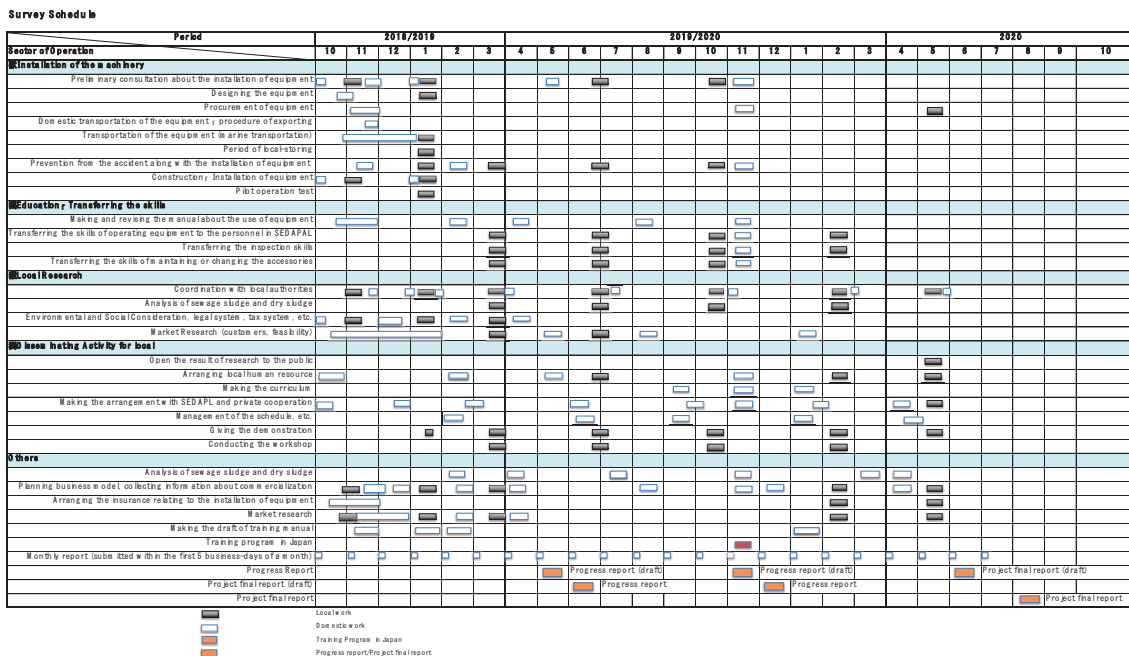
Timing	Content
Nov. 2018	① First on-site survey in Peru Preliminary discussions with Counterpart organization and various local companies to perform market analysis. Requested Lima Chamber of Commerce for their support in holding a seminar to explain the project
Nov. 2018	② Auction for verification plant, ordering and fabrication of equipment
Nov. 2018	③ Completion of plant
Nov.2018 ~ Jan. 2019	④ Preparation of export to Peru • Signing of construction contract with E Co. • Desktop survey and analysis of information obtained through on-site survey
Dec. 2018 ~ Jan. 2019	⑤ Desktop survey of local legislation and regulations and environmental assessment. Customs/duty and export procedures.
Jan.2019	⑥ Shipment of equipment to Peru. Arrival of shipment at Callao Port on January 12 <sup>th</sup> . Equipment transferred to Santa Clara STP upon clearing customs
Jan.2019	⑦ Second on-site survey in Peru • Installation of equipment • Operations check, inauguration ceremony



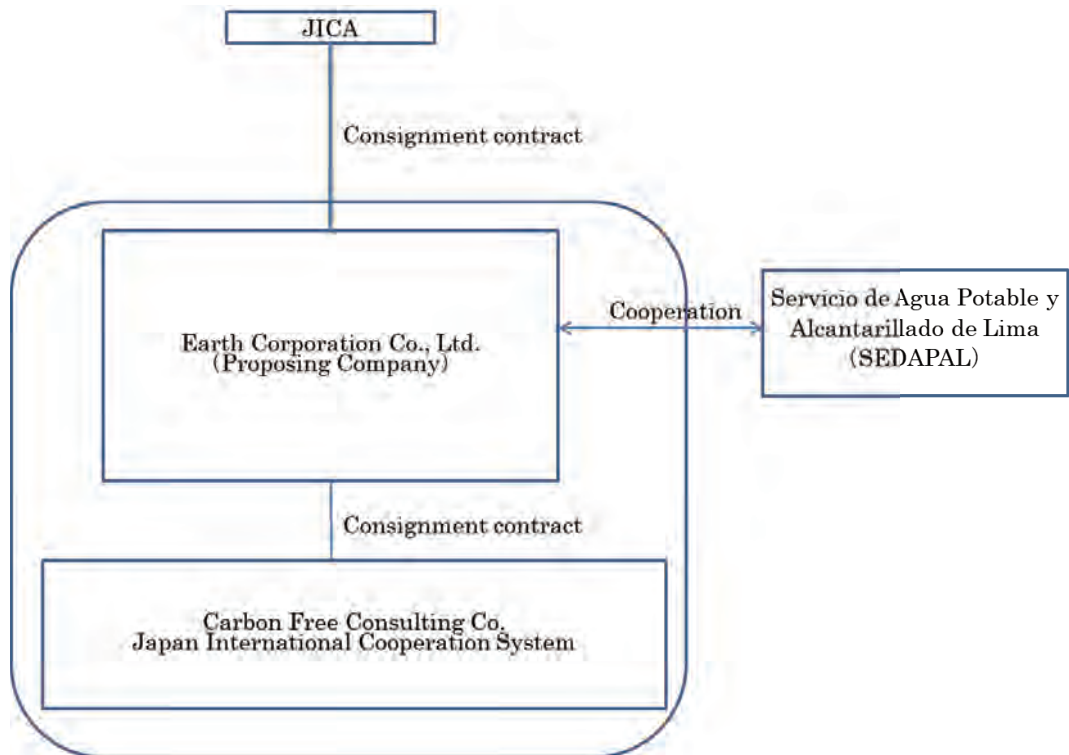
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar for Lima Chamber of Commerce to report installation of equipment and to explain overall project</li> <li>• Introduction of project to ANEPSSA PERU (Association of 50 water authority public corporations in Peru)</li> <li>• Discussion with cement companies on potential sale of sludge fuel, visit to other private sector companies</li> </ul>
Apr.2019 ~ May 2019	<p>⑧ Third on-site survey in Peru</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operations test of verification plant and minor adjustments <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plant equipment layout change</li> <li>➤ Commencement of sludge processing</li> </ul> </li> <li>• On-site workshop and operations training for counterpart staff</li> </ul>
Jul.2019	<p>⑨ Fourth on-site survey in Peru</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explanation of project to Lima Chamber of Commerce Environment Department</li> <li>• Legal and regulatory analysis: Investment Promotion Agency, Ministry of Housing Construction and Sanitation, Lima City Hall, Water Resource Agency, Ministry of Environment, etc.</li> <li>• Operations training for counterpart staff (ongoing)</li> <li>• Seminar for Lima Chamber of Commerce member companies</li> <li>• Test treatment of sludge waste from private sector company</li> </ul>
Oct.2019~Nov.2019	<p>⑩ Fifth on-site survey in Peru</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintenance training for counterpart staff 6 training sessions (2~3 staff each) at Santa Clara STP.</li> <li>• Visit to STP managed by SEDACUSCO Discussions on manufacturing fuel from dried sludge</li> </ul>
Dec. 2019	<p>⑪ Knowledge Co-creation Program in Japan</p> <p>Study trip for SEDAPAL (3 staff members) and P Co. (1 employee) to Japan, to provide Operations and Maintenance training for full-scale operations, and education on waste management legislation and technology. (Dec.1 to Dec.8, 2019)</p>
Mar. 2020	<p>⑫ Sixth on-site survey in Peru</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporting of survey results to SEDAPAL and JICA, discussions on equipment donation ceremony and related Minutes</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reporting of survey results to Lima Chamber of Commerce, Ministry of Housing Construction and Sanitation, Ministry of Foreign Affairs</li> <li>• Test operation and maintenance work of plant at Santa Clara STP (several training sessions on operation and maintenance of equipment based on maintenance manual)</li> </ul>
Jun. 2020	Postponement of seventh on-site survey in Peru due to COVID-19
Jul. 2020 Contract amendment (No.1)	Contract amendment to extended contract period from Aug.31, 2020 to Mar.15, 2021
Dec. 2020 Contract amendment (No.2)	Contract amendment to extended contract period from Mar.15, 2021 to Jun.21, 2021
Dec.2020 ~ Feb.2021	⑬ Remote survey from Japan through utilization of local consultant. Training for counterpart staff also provided through local consultant

(8) Manning Schedule



(9) Implementation System



Name of Organization	Main Roles
SEDAPAL	Counterpart: Allocation of staff for implementing Verification Survey, Installation of drying equipment, participation in verification activities, participation in training program in Japan, cooperation in holding seminars and workshops for technology transfer, ongoing operations and maintenance of the plant following completion of Verification Survey
Earth Corporation Co., Ltd.	Proposing Company : Overall management and planning for technology verification and dissemination through application of expertise acquired from operating sludge treatment business in Japan, developing business plan for commercializing the technology in Peru, preparation of operations and maintenance manuals in Spanish
Carbon Free Consulting Co.	Consultant: Market research, liaising with relevant organizations, legal and regulatory research, environmental and social consideration survey,

	supporting insurance and customs clearance process, arrangement of local demonstrations, preparation of reports
Japan	Consultant:
International Cooperation System	Research on feasibility of collaboration and utilization of other Japanese ODA projects including grant aids as well as other non-Japanese donor projects as pathway to business development

### 3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

#### (1) Outputs and Outcomes of the Survey

##### ① Verification activities

Successful production of dried sludge fuel was achieved by the small-scale demonstration plant, through the processing of dewatered sludge with a water content of around 80%. The effectiveness of the drying process in reducing weight to 1/4 and reducing volume of sludge waste was verified to SEDAPAL staff and sludge generating enterprises. The sludge processed by the small-scale demo plant was generated from Santa Clara STP, Manchay STP, paper manufacturing companies, textile companies, meat processing companies, and food manufacturing companies. The total hours of operation of the plant were 84 hours. Initially, the plant achieved water content of around 5~20% from processing various types of sludge. However due to the high viscosity of the sludge, the sludge attached to the furnace walls reduced the contact area with the heated air and hence reduced the processing volume capacity. Highly effective water content reduction and processing capacity was achieved for paper pulp sludge which was easy to crush and had less viscosity. It is worth noting that for large-scale commercial plants measures are taken to prevent the attachment of sludge to furnace walls to achieve sufficient drying.

Also, discussions were held with private sector companies to potentially sell the sludge fuel. Terms for trial usage of the sludge fuel produced by the project to confirm that the fuel can meet the buyer's technical requirements and has high potential to be actually purchased were negotiated. Through discussions with cement companies and brick manufacturers using the test production results, it was confirmed that, although the calorific value of the fuel was not very high at around 2,300~2,800kcal/kg, there were no issues with actual usage as fuel (water content of less than 5% can be achieved if a large-scale plant is introduced, so it is expected that fuel with 3,200~3,500 kcal/kg can be supplied in Peru)

Compared to Japan, the fuel produced showed lower calorific value and higher residual ash. SEDAPAL suggested that the higher residual ash may be caused by the accumulation of

inorganic content generated from the longer period of time that sludge stays in the treatment tanks at sewage treatment plants in Peru.

Cement companies can utilize the fuel as a heat source, as a supplementary fuel for coal. Brick manufacturers add anthracite or biomass (chaff) to clay as a carbon source. During the brick manufacturing process through which the clay is baked at 950°C for 36hours, the burning of the carbon source accelerates water vaporization and fusion of the material elements within the bricks. According to test results from a brick manufacturing company (FORTE), they assume adding 2~5% of dried sludge, and at 5% it amounts to 25tons. Assuming original sludge with 80% water content is dried down to 5%, 25tons of dried sludge amounts to 118tons of original sludge. This is enough to fully absorb the 107tons/day of sludge generated in Lima.

Regarding hazardous content (heavy metals), the dried sludge produced at Santa Clara showed 59.7ppm of cadmium compared to the environmental standard of 40ppm. Regarding lead, since there is no standard for fuel, when compared to the soil contamination standard in Japan of 150ppm lead content was 240ppm. Other heavy metals content was all within standards. Since it is highly unlikely for heavy metals to become vaporized through the drying process (except mercury which has a low boiling point), it is difficult to remove these metals if they are present in the original dewatered sludge. Since it is likely that contaminants accumulated in the sludge originate from the sewage water, it is necessary to monitor the origins of the sewage water and identify the causes.

Regarding insecticidal effects, parasite eggs were found in the dried sludge and hence sufficient results were not achieved by the demo plant. The systems related causes are considered to be as follows:

- Kinetic energy of the mixer blades resulted in insufficiently dried sludge to be discharged from the furnace
- Strength of the heated air caused insufficiently dried sludge to be discharged from the furnace

The sludge related causes are considered to be as follows:

- The high viscosity of the sludge prevented the effective crushing of the sludge by the mixer blades, leading to the heating mechanism not operating effectively.

However, the large-scale plant operated by the proposing company in Japan showed effective test results for the removal of E. coli and parasites.

Regarding fertilizer chemical content (nitrogen, phosphoric acid, potassium), the dried sludge showed similar content to that of Japan. In terms of effectiveness as fertilizer, as the case is in Japan, nutrients are limited. However, critical elements such as zinc, molybdenum and copper are included and hence it is expected to be an effective soil improvement agent, rather than as a



genuine fertilizer such as cow manure. Furthermore, since it does not have extreme element components, it should be possible to mix with other agents.

## ② Dissemination Activities

Training was conducted for SEDAPAL staff so that they can sustainably maintain and operate the demo plant after ownership transfer. Contents of training included oiling, hazardous areas (high temperature and rotating blades), periodic inspections, inspections while in operation, and replacing fan belts. The target SEDAPAL staff had experience in managing sewage treatment plants and had decent knowledge of relevant equipment so they appropriately understood the training content. Also, ANEPSSA PERU (association of 50 water authority public corporations) showed strong interest in the project. Seminars were held for Lima Chamber of Commerce (CCL) regarding the expertise related to organic and inorganic sludge treatment and waste processing and recycling that the proposing company possesses. CCL has 15,000 member companies and many major companies in the Lima area are members. At the second seminar, actual results of the demo plant operations were used to introduce the effectiveness of the proposed technology, including the benefits and cost effectiveness of sludge fuel. The seminar was notified through email invitations to 15,000 companies and articles in CCL's weekly magazine. Through surveys taken from participants, it was confirmed that solid understanding was achieved through the provision of results of the demo plant test data.

## ③ Verification results from the project

Through the project, it became clear that the sludge drying technology is effective in reducing the volume of sludge waste. Also, it was confirmed that cost effective and stable production of fuel by sewage treatment plant operators is possible when compared to other technologies such as bio-gas extraction.

However, for some types of industrial sludge generated from private sector companies it was found that the level of drying achieved can be fairly unstable. Therefore, it is necessary to continue discussions with these companies regarding the appropriate drying time and input volume of sludge. Also, it was found that the calorific value of the sludge fuel is lower than initially expected and hence there is a chance that the sales price of the fuel may be lower than initially expected when selling to cement companies. However it is likely that by introducing a large-scale commercial plant the water content can be reduced to around 5%, which should result in calorific values of 3,200kcal~3,500kcal/kg which is around half that of coal. Ongoing assessment of the appropriate equipment scale and initial investment costs as well as the setting of the sales price will be conducted.

It was found that brick manufacturers have strong potential as dried-sludge users. If the dried sludge can be effectively utilized as material for brick manufacturing which is a major industry in Peru due to its demand as construction material, the industry will provide a strong sustainable

market for dried sludge. When used as material for brick manufacturing, dried sludge not only provides a source of heat, but the inorganic content can also be utilized, allowing for the full volume of dried sludge to be reused.

(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization

The counterpart organization SEDAPAL will need to operate and maintain the small-scale demo plant donated to them subsequent to the conclusion of the project. Training was provided to SEDAPAL staff regarding the setup, operations, and maintenance of the plant equipment. On-site operational training adding up to around 5 days was provided, along with a Spanish operating manual. Technical assistance such as periodic inspection diaries and their effective use was provided so that self-reliant operations and maintenance can continue. Initial demo plant operations were conducted by the proposing company with SEDAPAL staff observing, with subsequent operations being conducted by SEDAPAL staff, and it was confirmed that the staff can now operate the equipment on their own with no problems. Manuals, data sheets, and daily report formats were translated into Spanish. Control panel descriptions were also changed to Spanish. Regarding maintenance, training on the periodic inspection items recommended by the manufacturer as well as the components that require replacement (after 5 years) and their replacement procedures were provided. As long as SEDAPAL staff conduct proper daily inspections and follow operating manuals, they are sufficiently capable in operating and maintaining the equipment on their own.

The lifespan of the equipment is expected to be 10 years, but with proper maintenance it should be possible to continue operating for longer. Operating and maintenance costs include gas to power the equipment and maintenance costs as follows;

Maintenance costs of the demo plant

Item	Cost	Rationale
Natural Gas	Around 50,000 Yen/month	Data from demo plant operation (11hours)
Maintenance Cost	50,000 Yen/month	
<b>Total</b>	100,000 Yen/month	

Source: proposing company

The above costs are easily within the budget of the counterpart organization considering their scale of operations and hence independent operations should be sustainable.

4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business

- Sludge waste volume reduction: Only 8 landfill sites exist in Peru and the reducing the burden on these landfill sites are an urgent issue. It is possible to convert soft plastics and wooden waste that is currently being landfilled into fuel for use in the drying facility, in addition to sludge fuel. This allows for the reduction in fossil-based fuel consumption and reduction in waste volumes, leading to reducing the burden on landfill sites. Furthermore, in addition to SEDAPAL, other water authority public companies have similar needs, hence there is potential for lateral expansion.
- Reduction in waste treatment costs: Sewage treatment plants incur costs to dispose sludge waste such as de-watering, labor for sun-drying, transport costs to remotely located landfill sites, and dumping fees. As mentioned above, since significant reduction in sludge waste volume can be achieved, these costs can be reduced and it will also become possible for the sludge fuel to be utilized internally at the sewage treatment plants. Based on discussions with SEDAPAL and SEDACUSCO, if there is excess production then they may consider selling the fuel to third parties, but their basic needs will be to use the fuel themselves to reduce electricity costs at their sewage treatment plants. The proposed technology matches these needs.
- Demand from the private sector: Many private sector businesses are struggling to deal with the tightened penalties on water related regulations and the increase in water supply tariffs (the counterpart organization has quadrupled tariffs over the past year or so). Since new sewage standards have recently been implemented, many businesses in Lima are focused on this issue and they are looking for low cost and effective solutions to dispose the sludge that is generated from sewage treatment at their facilities. It has become clear that although paper manufacturers and beverage manufacturers are generating significant volumes of sludge waste, they do not possess the technology or equipment to utilize the sludge as an energy source. It is expected that future business potential exists including technical consulting.

On the other hand, there are inherent issues as below;

- Composition of sludge fuel

As noted previously, issues include the relatively low calorific value, material composition, and weakness in the insecticidal ability of the drying process if the sludge is to be used as fertilizer. Compared to Japan, the amount of Cadmium and Lead is high. Although there are no limitations on usage as fuel, there is a possibility that emission standards may be breached unless some emission treatment means are adopted. To counter these issues, it will become necessary to analyze the original sludge (and the sewage where the sludge came from) and introduce countermeasures at the source. It will become easier to utilize the processed sludge if

the drying process is improved and contamination from Cadmium and Lead is reduced by identifying and regulating the source to prevent discharge in the sewage. Also, test operations of the demo plant showed insufficient effectiveness in removing parasites and bacteria. However, these issues should be possible to overcome by introducing large-scale commercial plants.

- Pricing of sludge fuel

Due to government policies the price of natural gas in Peru is maintained at relatively low levels. Through the survey, it has also become clear that the calorific value of sludge fuel is lower than that of Japan. There are no issues with using the dried sludge as fuel, but the lower calorific value will lead to lower pricing. This will have significant effects on profitability prospects, although it is expected that the introduction of large-scale plants should lower the water content to around 5% and hence improve calorific values. Another issue is that generally the segregation of solid waste is not effectively conducted in Peru and hence low-cost waste derived fuel such as refuse paper and plastic fuel or plastic fluff fuel is not available for use as an energy source for the sludge drying plant.

As a potential solution, the generation of electricity to be consumed on-site at the sewage treatment plants through the adoption of turbine generators can be considered. Cost control regarding the significant amount of electricity required to run the aeration equipment at sewage treatment plants is a priority issue. Therefore, the use of sludge fuel for their own benefit can be considered in addition to the sale of sludge fuel to third parties. Also, the importance of regenerating sludge as a resource from the perspective of environmental conservation can be promoted by opening training programs for sewage treatment plant staff to municipal government staff and general waste management businesses. By contributing towards the improvement in environmental awareness of various stakeholders, pricing may not be considered just as a matter of economics but also including environmental values.

- Biogas method

One method of extracting energy from sludge is the biogas method. However, as is with the case for SEDACUSCO, significant costs are associated with the introduction of a large-scale facility. In particular, the desulfurization equipment typically used in Japan is quite expensive and hence less cost effective compared to the proposed sludge drying method. Desulfurizing removes sulfuric content from materials, and without desulfurizing capabilities, not only will the equipment be damaged but also air pollution that may lead to asthma and acid rain will become a concern. Although the possibility of using biogas as an energy source to run the sludge drying equipment was considered, multiple drying equipment manufacturers claimed

that the composition of biogas is thought to be unstable and hence warranties on the equipment could not be provided due to increased risk of malfunctions.

- Equipment maintenance

It is necessary to identify local partner companies to subcontract the repairs and maintenance of the equipment. To deal with urgent or minor repairs, it is essential to work with a local partner. E Co. who installed the equipment for the project not only is experienced in boilers and tanks but also in piping works and can be relied upon to execute minor repairs. They are a Japanese related company and can communicate in Japanese making them a solid candidate to be a local partner for the proposing company. Also, if major repairs become necessary, E Co. possesses the industry network that will allow for the identification and engagement of the appropriate local companies to conduct those repairs.

## (2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

Though the Survey, experience was gained including various delays compared to the initially planned schedule. Through this experience, the following points may be worth noting for future benefit;

### ① Administrative procedures

It is generally considered that administrative processes at Peruvian governmental organizations take longer than Japan. This should be taken into account when planning local operations and activities. Also, when exporting equipment to Peru, it is necessary to avoid delays in customs procedures. It is recommended that shipping companies and agents that have extensive experience and knowledge in local procedures are used in order to clear customs in a timely manner.

### ① Planning for repairs and maintenance of installed equipment

If the pilot plant malfunctions in the future, unless a minor repair is enough to resolve the issue, it is expected that Earth Corporation may need to provide local assistance for repairs. Until such time when repair and maintenance services can be established locally, it is necessary to consider in advance the repair plans. In particular, travel from Japan to Peru is long and expensive, so planning must be done to create sufficient leeway to deal with unexpected issues.

### ③ Time difference between Japan and Peru

There is a 14-hour time difference between Japan and Peru, resulting in business hours in the two countries being completely opposite. Hence it causes much more scheduling issues compared to conducting overseas operations in closer time zones. If future business



development gives rise to the need for close and timely coordination with Japan head office, this time difference may create unexpected issues. It is necessary to plan for urgent communication channels in advance.

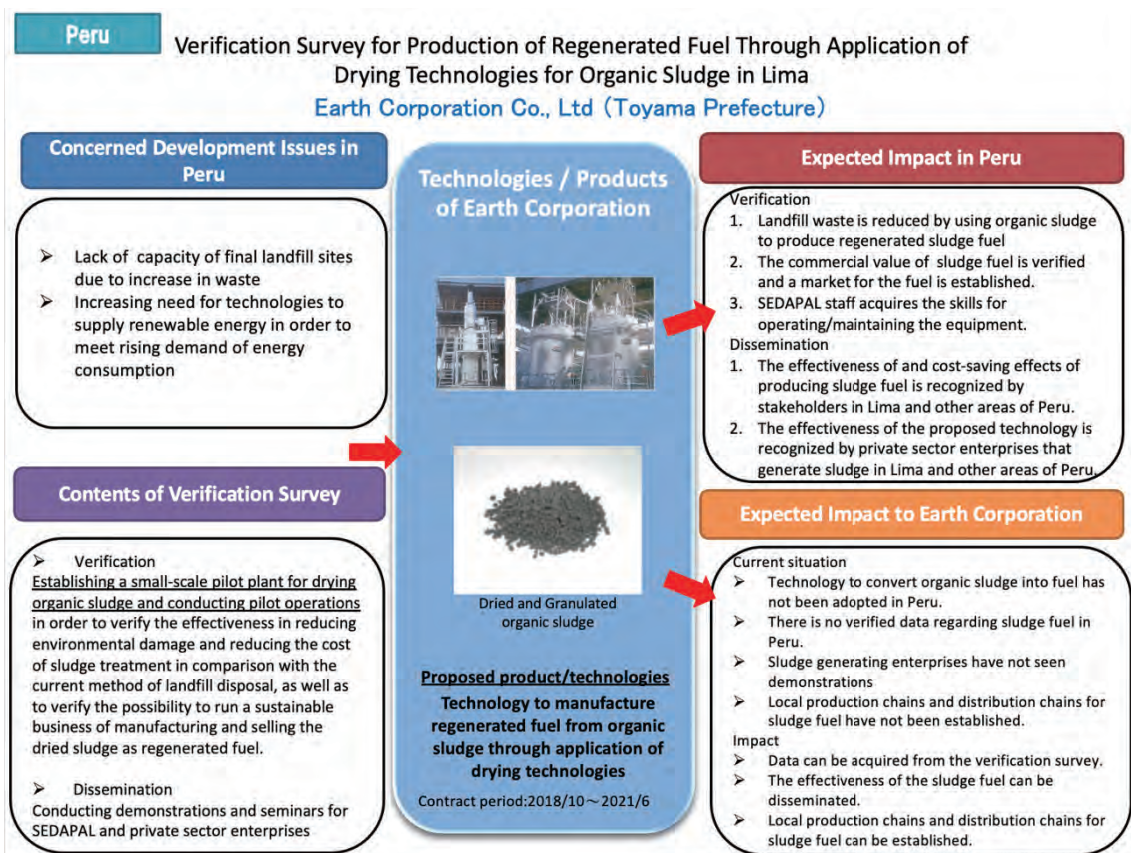
④ Timing of travel to Peru

Peru is renowned for its cultural and historical sites and hence attracts tourist from around the world throughout the year. During the Survey, the team found it difficult to find lodging on various occasions and were forced to change their itinerary. Flights to Peru were also difficult to secure depending on the season. Therefore, it is necessary to make travel plans well in advance.

⑤ Climate and natural disasters

Delays in shipping due to disruptive weather and flooding in the rainy season is a risk factor. Planning with leeway for delays is recommended for the scheduling of equipment shipping. During the survey, a state of emergency was declared in parts of Lima due to flooding and hence precautions should be taken in terms of schedule disruptions due to natural disasters.

ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY



## 別添： 処理費用削減効果の試算表のベースデータ

表：処理コストの算出に係る基礎データ

○ 算出根拠

項目	数 値	単 位	備 考	
人件費	1 人工	25	\$/人工	月給 500 \$/月 (20 日)
燃料費	LPG	2.57	\$/m <sup>3</sup> {gas}	供給メーカーからのヒアリング
燃料費	LNG	0.071	\$/m <sup>3</sup> {gas}	案件化調査時の調査結果より
電気代		0.06	\$/kWh	ペルー事務所より提示された数値
運搬コスト		20	\$/台{8m <sup>3</sup> 車}	案件化調査時のヒアリング
処分コスト		10	\$/t	案件化調査時のヒアリング

○ LPG から LNG への換算

○ gal{liquid}から m <sup>3</sup> {gas}への換算			
1	gal{liquid}	= 0.0037854	m <sup>3</sup> {liquid} ⇒ 0.946 m <sup>3</sup> {gas}
Liquid→gas への体積変化率		250	倍
2.43	\$/gal{liquid}	/ 0.946	= 2.57 \$/m <sup>3</sup> {gas}
○ LPG から LNG への換算			
	比重	2.183	kg/m <sup>3</sup> より換算
G1 ; LPG 発熱量	12,136	kcal/kg	⇒ 26,493 kcal/m <sup>3</sup> N
G2 ; LNG 発熱量*	10,392	kcal/m <sup>3</sup> N	
熱量の関係から			
	G1 x V1 = G2 x V2		V はガス流量
	V2=	$\frac{(G1/G2) \times V1}{V1}$	= 2.55 x V1 m <sup>3</sup> N/h
ここで V1 はガス流量計で計測し、運転時間で割り戻した LPG のガス流量			

※日本政府資源エネルギー庁総務課開示資料『エネルギー源別標準発熱量一覧表』を参考

○ ペルー内の天然ガスの供給価格 (出典 : Calidda GAS NATURAL DEL PERU)

月使用量 m <sup>3</sup>	\$/m <sup>3</sup>
0 - 30	0.183
31 - 300	0.13
301 - 17,500	0.071
17,501 - 300,000	0.037
300,001 - 900,000	0.027

表：大型乾燥プラントでの処理コスト試算表

○ 24t乾燥施設のコスト試算

汚泥処理量（日量）	24 t/日
汚泥処理量（1時間）	1 t/h
乾燥汚泥発生量	6 t/日

項目	単位	Ave.	
稼働結果	稼働時間	h	2
	処理量	kg/h	240
	ガス使用量	m <sup>3</sup>	18
	電気使用量	kWh	22.4

項目	単位	数値
1t処理あたりの燃料使用量	m <sup>3</sup> /t	37.5
電力量	kW	46.7

埋立処理コスト

項目	単位	数値
運搬費用	\$/台	60.0
処分費用	\$/日	240.0
費用総計	\$/日	300.0

処理単価 13 \$/t

乾燥処理コスト（LPG）

項目	単位	数値
オペレーター	\$/人工・日	25.0
燃料代（LPG）	\$/日	2311.0
電気代	\$/日	67.2
運搬費用	\$/日	20.0
処分費用	\$/日	60.0
費用総計	\$/日	2403.2

処理単価 100 \$/t

乾燥処理コスト（LNG）

項目	単位	数値
オペレーター	\$/人工・日	25.0
燃料代（LNG）	\$/日	84.9
電気代	\$/日	67.2
運搬費用	\$/日	20.0
処分費用	\$/日	60.0
費用総計	\$/日	177.1

処理単価 7 \$/t

## 添付資料

(別添) Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. (大気環境基準)

6	NORMAS LEGALES	Miércoles 7 de junio de 2017 / El Peruano			
<p>datos, delincuencia organizada transnacional, cooperación internacional en materia de corrupción y buenas prácticas en materia de acceso a la justicia, entre otros; todo ello mediante el aprendizaje recíproco de experiencias y buenas prácticas entre los países participantes; asimismo, contribuirá a la unificación de los lazos entre la República del Perú y la República Argentina;</p> <p>Que, los gastos que genere el viaje de la Ministra de Justicia y Derechos Humanos serán sufragados, en parte, con cargo al presupuesto institucional del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, por cuanto el gasto correspondiente a sus viáticos será cubierto por la Presidencia Pro Tempore Argentina del MERCOSUR; asimismo, por razones de itinerario, es pertinente autorizar el presente viaje del 08 al 09 de junio de 2017;</p> <p>Que, de acuerdo a lo previsto en el artículo 127 de la Constitución Política del Perú, es necesario encargar la Cartera del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, en tanto dure la ausencia de su Titular;</p> <p>De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 30518, Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2017; la Ley N° 29809, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos; el Decreto Supremo N° 011-2012-JUS, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos; la Ley N° 27619, Ley que regula la autorización de viajes al exterior de servidores y funcionarios públicos y el Decreto Supremo N° 047-2002-PCM, que aprueba normas reglamentarias sobre autorización de viajes al exterior de servidores y funcionarios públicos;</p>	<p>CONSIDERANDO:</p> <p>Que, mediante Resolución Suprema N° 075-2017-PCM se autorizó el viaje, en misión oficial, del Ministro de Estado en el Despacho de Relaciones Exteriores, Embajador Víctor Ricardo Luna Mendoza, a las ciudades de Nueva York y Washington D.C., Estados Unidos de América, del 28 de mayo al 2 de junio de 2017; y, a las ciudades de París, República Francesa; y Madrid, Reino de España, del 6 al 13 de junio de 2017, autorizando su salida del país del 27 de mayo al 14 de junio de 2017;</p> <p>Que, mediante el artículo 3 de la referida Resolución Suprema, se encargó el Despacho Ministerial de Relaciones Exteriores a la señora María Soledad Pérez Tello de Rodríguez, Ministra de Estado en el Despacho de Justicia y Derechos Humanos, a partir del 27 de mayo de 2017, y en tanto dure la ausencia del titular, siendo necesario modificar dicha encargatura;</p> <p>De conformidad con el artículo 127 de la Constitución Política del Perú; la Ley N.º 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;</p>				
<p>SE RESUELVE:</p> <p><b>Artículo 1.-</b> Autorizar el viaje de la señora María Soledad Pérez Tello de Rodríguez, Ministra de Justicia y Derechos Humanos, a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República de Argentina, del 08 al 09 de junio de 2017, por los motivos expuestos en la parte considerativa de la presente resolución.</p> <p><b>Artículo 2.-</b> Los gastos que irroque el cumplimiento de lo dispuesto en la presente resolución, serán cubiertos, en parte, con recursos del presupuesto del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, de acuerdo al siguiente detalle:</p>	<p>SE RESUELVE:</p> <p><b>Artículo 1.-</b> Modificar el artículo 3 de la Resolución Suprema N° 075-2017-PCM, el que queda redactado de la siguiente manera:</p> <p>"Artículo 3.- Encargar el Despacho de Relaciones Exteriores a la señora María Soledad Pérez Tello de Rodríguez, Ministra de Estado en el Despacho de Justicia y Derechos Humanos, del 27 de mayo al 07 de junio de 2017. Asimismo, encargar el Despacho de Relaciones Exteriores al señor Eduardo Ferreyros Küppers, Ministro de Estado en el Despacho de Comercio Exterior y Turismo, a partir del 08 de junio de 2017, y en tanto dure la ausencia del titular."</p> <p><b>Artículo 2.-</b> Los demás extremos de la Resolución Suprema N° 075-2017-PCM, quedan subsistentes y mantienen plena vigencia.</p> <p><b>Artículo 3.-</b> La presente Resolución Suprema es refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros y por el Ministro de Relaciones Exteriores.</p>				
<table border="0"><tr><td>Pasajes</td><td>US\$</td><td>1 137.22</td></tr></table>	Pasajes	US\$	1 137.22	<p>Regístrese, comuníquese y publíquese.</p>	
Pasajes	US\$	1 137.22			
<p><b>Artículo 3.-</b> Encargar la Cartera del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos al señor Alfonso Fernando Grados Carraro, Ministro de Trabajo y Promoción del Empleo, a partir del 08 de junio de 2017, y en tanto dure la ausencia de su Titular.</p>	<p>PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD Presidente de la República</p>				
<p><b>Artículo 4.-</b> La presente autorización no otorga derecho a exoneración o liberación de impuestos de aduana de cualquier clase o denominación.</p>	<p>FERNANDO ZAVALA LOMBARDI Presidente del Consejo de Ministros</p>				
<p><b>Artículo 5.-</b> La presente Resolución Suprema es refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros y por la Ministra de Justicia y Derechos Humanos.</p>	<p>MARÍA SOLEDAD PÉREZ TELLO Ministra de Justicia y Derechos Humanos Encargada del Despacho del Ministerio de Relaciones Exteriores</p>				
<p>Regístrese, comuníquese y publíquese.</p>	<p>1529828-3</p>				
<p>PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD Presidente de la República</p>	<p><b>AMBIENTE</b></p>				
<p>FERNANDO ZAVALA LOMBARDI Presidente del Consejo de Ministros</p>	<p><b>Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias</b></p>				
<p>MARÍA SOLEDAD PÉREZ TELLO Ministra de Justicia y Derechos Humanos</p>	<p><b>DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM</b></p>				
<p>1529828-2</p>	<p>EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA</p>				
<p><b>Modifican el artículo 3 de la R.S. N° 075-2017-PCM</b></p>	<p>CONSIDERANDO:</p>				
<p><b>RESOLUCIÓN SUPREMA N° 084-2017-PCM</b></p>	<p>Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;</p>				
<p>Lima, 6 de junio de 2017</p>	<p>Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante</p>				



la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la citada Ley;

Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley, establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas y es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, de acuerdo con lo señalado en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;

Que, en virtud de lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 074-2001-PCM se aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, el cual tiene por objetivo establecer los ECA para Aire y los lineamientos de estrategia para alcanzarlos progresivamente;

Que, a través del Decreto Supremo N° 069-2003-PCM, se adiciona el valor anual de concentración de Plomo a los ECA para Aire establecidos en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, aprobado por Decreto Supremo N° 074-2001-PCM;

Que, mediante Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM, se aprueban nuevos parámetros y valores en los ECA para Aire y se modifica, entre otros, el valor del Dióxido de Azufre;

Que, mediante Decreto Supremo N° 006-2013-MINAM, se aprueban las disposiciones complementarias para la aplicación del ECA de Aire para el Dióxido de Azufre;

Que, a través de la Resolución Ministerial N° 205-2013-MINAM se establecen las cuencas atmosféricas a las cuales les será aplicable los numerales 2.2 y 2.3 del artículo 2 del Decreto Supremo N° 006-2013-MINAM;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;

Que, en mérito del análisis técnico realizado por el citado Grupo de Trabajo se ha identificado la necesidad de actualizar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para Aire;

Que, por otro lado, mediante Resolución Suprema N° 768-98-PCM, modificada por Resolución Suprema N° 588-99-PCM y Resolución Suprema N° 007-2004-VIVIENDA, se creó el Comité de Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao, con la finalidad de proponer mecanismos de coordinación interinstitucional y los cambios normativos orientados a la mejora de la calidad del aire de Lima y Callao;

Que, resulta necesario que el referido Comité se enmarque dentro de lo dispuesto en el numeral 3 del artículo 36 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, que establece que las Comisiones Multisectoriales de

naturaleza permanente son creadas con fines específicos para cumplir funciones de seguimiento, fiscalización, o emisión de informes técnicos. Se crean formalmente mediante decreto supremo refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros y los titulares de los Sectores involucrados. Cuentan con Reglamento Interno aprobado por Resolución Ministerial del Sector al cual están adscritas;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 094-2017-MINAM, el Ministerio del Ambiente dispuso la republicación del proyecto de Decreto Supremo que aprueba los ECA para aire y establece disposiciones complementarias, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad, publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

#### **Artículo 1.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire**

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

#### **Artículo 2.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Aire como referente obligatorio**

2.1 Los ECA para Aire son un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, a cargo de los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios.

2.2 Los ECA para Aire, como referente obligatorio, son aplicables para aquellos parámetros que caracterizan las emisiones de las actividades productivas, extractivas y de servicios.

#### **Artículo 3.- Financiamiento**

El financiamiento para la aplicación de lo dispuesto en la presente norma, se realizará con cargo al presupuesto institucional de los pliegos involucrados, sin demandar recursos adicionales al Tesoro Público.

#### **Artículo 4.- Refrendo**

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra del Ambiente, la Ministra de Salud, el Ministro de Transportes y Comunicaciones, el Ministro de Energía y Minas, el Ministro de la Producción y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

#### **DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES**

##### **Primera.- Aplicación de los ECA para Aire en los instrumentos de gestión ambiental aprobados**

La aplicación de los ECA para Aire en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Aire se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial.

##### **Segunda.- Monitoreo de la calidad del aire**

Mediante Decreto Supremo, a propuesta del Ministerio del Ambiente, en coordinación con las autoridades competentes, se aprobará el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, en un plazo máximo de ciento ochenta (180) días calendario, contados desde la entrada en vigencia del presente dispositivo.

En tanto se apruebe el citado Protocolo Nacional, el monitoreo de la calidad del aire se realizará conforme a la normativa vigente.

**Tercera.- Grupos de Estudio Técnico Ambiental de Calidad del Aire**

El Ministerio del Ambiente, mediante resolución ministerial, en el plazo máximo de noventa (90) días calendario, contados desde la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, aprobará los lineamientos para fortalecer e incorporar a los Grupos de Estudio Técnico Ambiental de la Calidad del Aire en las Comisiones Ambientales Municipales (CAM) Provinciales, en el marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

En tanto se apruebe los citados lineamientos, los Grupos de Estudio Técnico Ambiental de la Calidad del Aire continuarán ejerciendo las siguientes funciones: a) Supervisar los diagnósticos de línea base; b) Formular los planes de acción para el mejoramiento de la calidad del aire; y c) Proponer las medidas inmediatas que deban realizarse en los estados de alerta nacionales para contaminantes del aire.

**Cuarta.- Zonas de Atención Prioritaria**

Las Zonas de Atención Prioritaria son aquellos centros poblados que cuenten con actividades económicas que planteen real o potencial afectación en la calidad del aire, que posean actividad vehicular ambientalmente relevante, o que cuenten con una dinámica urbana que implique un potencial incremento de emisiones atmosféricas.

El Ministerio del Ambiente, mediante resolución ministerial, desarrollará los lineamientos para la determinación de las Zonas de Atención Prioritaria en un plazo máximo de ciento veinte (120) días calendario, contados desde la entrada en vigencia del presente decreto supremo. Asimismo, el Ministerio del Ambiente, mediante resolución ministerial, establecerá las Zonas de Atención Prioritaria, en coordinación con las autoridades competentes, Las Zonas de Atención Prioritaria creadas con anterioridad mantienen su vigencia.

**Quinta.- Planes de Acción para el Mejoramiento de la Calidad del Aire**

Los Planes de Acción para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de las provincias conurbadas de Lima y el Callao, son formulados por la Comisión Multisectorial de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio para Lima y Callao, y aprobados por el Ministerio del Ambiente.

Los Planes de Acción para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de las demás provincias serán aprobados mediante Ordenanza Municipal del Gobierno Local competente. En tanto se aprueben los lineamientos a los que se hacen referencia en la tercera disposición complementaria final, los Planes de Acción aprobados con anterioridad, deberán continuar con su implementación.

La Dirección General de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente realizará el seguimiento de la implementación de los Planes de Acción.

**Sexta.- Estados de Alerta Nacionales para contaminantes del aire**

El Ministerio de Salud es la autoridad competente para declarar los Estados de Alerta Nacionales para contaminantes del aire que tengan por objeto activar, en forma inmediata, un conjunto de medidas destinadas a prevenir el riesgo a la salud y evitar la exposición excesiva de la población a los contaminantes del aire, durante episodios de contaminación aguda.

El Ministerio de Salud, en coordinación con el Ministerio del Ambiente, establece los niveles de Estados de Alerta.

**Séptima.- Estándar de Calidad Ambiental para Aire de Mercurio Gaseoso Total**

El ECA para Aire del parámetro Mercurio Gaseoso Total, aprobado mediante el presente Decreto Supremo, entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA****Única.- Instrumento de gestión ambiental en trámite ante la Autoridad Competente**

Los titulares que antes de la fecha de entrada en vigencia de la norma, hayan iniciado un procedimiento

administrativo para aprobación del instrumento de gestión ambiental ante la autoridad competente, tomarán en consideración los ECA para Aire vigentes a la fecha de inicio del procedimiento.

Luego de aprobado el instrumento de gestión ambiental por la autoridad competente, los titulares deberán considerar lo establecido en la Primera Disposición Complementaria Final, a efectos de aplicar los ECA para Aire aprobados mediante el presente Decreto Supremo.

**DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS MODIFICATORIAS****Primera.- Adecuación del Comité de Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao a Comisión Multisectorial de naturaleza permanente**

Modifícase el artículo 1 de la Resolución Suprema N° 768-98-PCM, modificada por las Resoluciones Supremas N° 588-99-PCM y N° 007-2004-VIVIENDA, así como los artículos 2, 3 y 4 de la Resolución Suprema N° 007-2004-VIVIENDA, e incorpórase el artículo 5 en la Resolución Suprema N° 007-2004-VIVIENDA, los mismos que quedan redactados conforme al siguiente texto:

**“Artículo 1.-** Constituir la Comisión Multisectorial para la Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao, la cual está adscrita al Ministerio del Ambiente e integrado por:

- El/la Viceministro (a) de Gestión Ambiental del Ministerio del Ambiente, quien lo presidirá.
- El/la Directora(a) General de Asuntos Ambientales de Industria del Ministerio de la Producción.
- El/la Director(a) General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas del Ministerio de la Producción.
- El/la Director(a) General de Asuntos Ambientales Energéticos del Ministerio de Energía y Minas.
- El/La Director(a) General de la Dirección General de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente.
- El/La Director(a) General de la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- El/La Director(a) General de la Dirección General de Transporte Terrestre del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- El/La Director(a) General de la Dirección General de Asuntos Socio-Ambientales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- El/La Director(a) General de la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria del Ministerio de Salud.
- El/La Presidente(a) Ejecutivo(a) del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI.
- Dos representantes de la Municipalidad Metropolitana de Lima.
- Dos representantes de la Municipalidad Provincial del Callao.
- Dos representantes de la Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas - CONFIEP.
- Un representante de la Asociación Peruana de Consumidores y Usuarios - ASPEC.

Los representantes podrán acreditar ante la Secretaría Técnica a sus representantes alternos.

La Comisión podrá convocar, a personas naturales o jurídicas de derecho privado o público, a participar en sus reuniones, de acuerdo a la materia a ser tratada”.

**“Artículo 2.- Creación de la Secretaría Técnica**

Créase la Secretaría Técnica de la Comisión Multisectorial para la Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao, la cual dependerá del Viceministerio de Gestión Ambiental.”

**“Artículo 3.- Reglamento Interno**

La Comisión Multisectorial para la Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao, formulará su Reglamento Interno, el cual será aprobado mediante

Resolución Ministerial expedida por el Ministerio del Ambiente."

**"Artículo 4.- Finalidad**

La Comisión Multisectorial para la Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao emitirá los informes técnicos que contengan las propuestas de mecanismos de coordinación interinstitucional y las modificaciones normativas orientadas a mejorar la calidad del aire de Lima y Callao."

**"Artículo 5.- Financiamiento**

El cumplimiento de las funciones de la Comisión Multisectorial para la Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao se financia con cargo al presupuesto institucional del Ministerio del Ambiente, sin demandar recursos adicionales al Tesoro Público. Asimismo, los gastos que pueda involucrar la participación de los representantes de la citada Comisión Multisectorial se financian con cargo al presupuesto de las entidades a las cuales pertenecen".

**Segunda.- Modificación del Reglamento Interno de la Comisión Multisectorial para la Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao**

Mediante Resolución Ministerial emitida por el Ministerio del Ambiente, en el plazo máximo de treinta (30) días hábiles contados desde la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, la Comisión Multisectorial para la Gestión de la Iniciativa del Aire Limpio para Lima y Callao modificará su Reglamento Interno, aprobado por Resolución Ministerial N° 229-2013-VIVIENDA.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA**

**Única.- Derogación de normas referidas al ECA para Aire**

Derógase el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, el Decreto Supremo N° 069-2003-PCM, el Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM y el Decreto Supremo N° 006-2013-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD  
Presidente de la República

ELSA GALARZA CONTRERAS  
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES  
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ CALDERÓN  
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA  
Ministra de Salud

BRUNO GIUFFRA MONTEVERDE  
Ministro de Transportes y Comunicaciones

EDMER TRUJILLO MORI  
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

**Anexo  
Estándares de Calidad Ambiental para Aire**

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m³]	Criterios de evaluación	Método de análisis <sup>[1]</sup>
Benceno (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) <sup>[2]</sup>	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O <sub>3</sub> )	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM <sub>10</sub>	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM <sub>10</sub> (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

NE: No Exceder.

<sup>[1]</sup> o método equivalente aprobado.

<sup>[2]</sup> El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Séptima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.

(別添)危険な残留物についての定義

2017.12.21 2-2-2-21-33	"A"	43
<p style="text-align: center;">附属IIIリスト</p> <p>A:危険な残留物について</p> <p>この附属地に記載されている廃棄物は、立法決議第26234号、バーゼル条約に従って有害であると定義されており、この附属制度に含まれることは、廃棄物が有害でないことを実証するために附属台IVの使用を妨げるものではありません。</p> <p>A1 金属廃棄物または含有金属</p> <p>A 1010 金属残渣および以下のいずれかの物質の合金を含む残渣:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. アンチモン</li> <li>ii. ヒ素</li> <li>iii. ベリリウム</li> <li>iv. カドミウム</li> <li>v. リード</li> <li>vi. 水銀</li> <li>vii. セレン</li> <li>viii. テルル</li> <li>ix. タリウム</li> </ul> <p>規則の付属第5章に具体的に記載されている廃棄物は除外される。</p> <p>A 1020 大量の金属廃棄物を除く構成要素または汚染物質として、次の物質のいずれかを含む廃棄物:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. アンチモン;アンチモン化合物</li> <li>ii. ベリリウム;ベリリウム化合物</li> <li>iii. カドミウム;カドミウム化合物</li> <li>iv. 鉛;鉛化合物</li> <li>v. セレン;セレン化合物</li> <li>vi. タリウム;タリウム化合物</li> </ul> <p>A1030 汚染物質として以下の成分を有する廃棄物:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. ヒ素;ヒ素化合物</li> <li>ii. 水銀;水銀化合物</li> <li>iii. タリウム;タリウム化合物</li> </ul> <p>A 1040 以下の構成要素を有する廃棄物:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>i. 金属カルボニル</li> <li>ii. 六価クロム化合物</li> </ul> <p>A1050 電界汚泥</p> <p>A1060 金属の酸洗からの残渣</p> <p>A1070 亜鉛、粉末、ジャロサイト、赤鉄鉱などのスラッジの処理からの浸出残渣</p> <p>A1080 付属書IVに含まれていない亜鉛廃棄物残渣で、付属IVリストの有害な特性を有する鉛およびカドミウム</p> <p>A1090 被覆鋼線の焼却からの灰</p> <p>A1100 銅製錬所のガス精製システムからの粉塵と廃棄物</p> <p>A1110 銅の精製および電解抽出の操作で使用される電解液</p> <p>A1120 銅精錬および電解抽出操作の電解精製システムからの陽極汚泥を除く残留汚泥</p> <p>A1130 銅を溶解した酸エッチング液</p> <p>A1140 塩化銅およびシアニ化銅触媒の残留物</p> <p>A1150 付属書VIに含まれていないプリント回路の焼却による貴金属の灰</p> <p>A1160 廃棄物鉛蓄電池、全体または粉砕</p> <p>A1170 付属書VのリストBのみからの鉛蓄電池混合物を除く、選択されていない鉛蓄電池廃棄物。バーゼル条約附属書Iの構成要素をそれらが危険になる程度まで含む、リストBに含まれていない廃棄物鉛蓄電池</p> <p>A1180 リストAに含まれる廃棄物鉛蓄電池やその他のバッテリー、水銀スイッチ、ブラウン管ガラスやその他の活性化ガラスおよびPCBコンデンサー、または付属品成分で汚染されたこれらふたつのコンポーネントの廃棄電気および電子アセンブリまたは付属書I(例:カドミウム、水銀鉛、ポリ塩化ビフェニル)が付属書IVの危険な特性のリスト(リストB B1110の対応するエントリを参照)の特性のいずれかを持つもの</p> <p>A1190 カーボンタール、PBCAを含むプラスチックコーディングまたは絶縁金属ケーブルの廃棄物(50mg/kg以上の濃度で存在)</p> <p>A2 金属または有機物を含んでいるかもしれない主に無機成分を含む廃棄物</p> <p>A2010 ブラウン管およびその他の活性化ガラスからのガラス廃棄物</p> <p>A2020 液体またはスラッジの形態の無機フッ素化合物の廃棄物。ただし、附属書Vに指定されている廃棄物は除く。</p> <p>A2030 触媒廃棄物、ただし附属書Vに指定されている廃棄物を除く。</p>	



A2040 化学産業プロセスからの廃棄物が、バーゼル条約の附属書Iの有害成分のリストを含む程度に有害物質を含んでいる場合（リストB B5050を参照）

A2050 アスベスト残渣(粉塵・繊維)

A2060 有害特性の附属書IVリストの特性を示すような濃度のバーゼル条約の附属書Iの物質を含む石炭火力発電所のフライアッシュ（リストB B2050を参照）

A3 金属および無機物質を含む可能性がある、主に有機成分を含む廃棄物

A3010 石油コークスとアスファルトの生産または処理から生じる廃棄物

A3020 意図した用途に適さない鉱油の廃棄物

A3030 鉛の爆発防止化合物のスラッジを含む、統合した、または汚染した廃棄物

A3040 熱媒体廃棄物（熱伝達）

A3050 付属書VのリストBで指定された廃棄物を除く、樹脂、ラテックス、可塑性剤、接着剤/接着剤の製造、準備、使用から生じる残留物（リストB B4020を参照）

A3060 ニトロセルロース残渣

A3070 フェノールの残留物、液体または泥状のクロロフェノールを含むフェノール化合物

A3080 規制の附属書Vで指定されているものを除くエーテル残基

A3090 六価クロム化合物または殺生物剤を含む粉末状の皮革廃棄物、灰、スラッジ（リストB B3100を参照）

A3100 六価クロム化合物または殺生物剤を含む革製品の製造に使用されない革または再生革の削り屑およびその他の残留物（リストB B3090を参照）

A3110 六価クロム化合物、殺生物剤または感染性物質を含む皮膚の皮なめし残留物（リストB B3110を参照）

A3120 糸くず-細断により生じる軽い破片

A3130 有機リン化合物の残留物

A3140 ハロゲン化されていないが、附属書Vで指定されている廃棄物を除く有機溶剤

A3150 ハロゲン有機廃棄物

A3160 有機溶媒の回収操作に由来するハロゲン化または非ハロゲン化非水性蒸留廃棄物から生じる残留物。

A3170 脂肪族ハロゲン化炭化水素（クロロメタン、ジクロロエタン、塩化ビニル、塩化アリル、エピクロリドリンなど）の生成から生じる残留物

A3180 ポリ塩化ビフェニル（PCB）、ポリ塩化ターフェニル（PCT）、ポリ塩化ナフタレン（PCN）、またはポリ臭化ビフェニル（PBB）、または同等の濃度のその他の同様のポリ臭化化合物を含む、またはそれらで汚染された廃棄物、物質および物品 50 mg / kgを超えるもの

A3190 有機材料の精製、蒸留、またはその他の熱分解処理から生じるタール廃棄物（アスファルトセメントを除く）の残留物

A3200 道路の建設と維持に起因するタール含有量を含む埋め戻し材料（アスファルト残留物）（リストB付録V B2130を参照）

無機または有機成分を含む可能性のあるA4残渣

A4010 医薬品の製造、調製、および使用から生じる残留物。ただし、規制の付属書Vに指定されている廃棄物は除く

A4020 臨床および関連廃棄物：つまり、医療、看護、歯科、獣医などの活動から生じる廃棄物、および研究活動や患者の治療、または研究プロジェクト中に病院やその他の施設で発生する廃棄物。

A4030 仕様を満たさない、有効期限が切れた、または本来の用途に適さない農業および除草剤残留物を含む、殺生物剤および植物医薬品の製造、調製、および使用から生じる残留物

A4040 木材の保存のための化学製品の製造、準備、および使用から生じる廃棄物。

A4050 以下の製品の一部を含む、構成する、または汚染されている廃棄物：

i) 無機シアン化合物。貴金属を含む残留物を除き、固体の形で微量の無機シアン化合物を含むもの

ii) 有機シアン化合物

A4060 油と水または炭化水素と水の混合物と乳濁液からの廃棄物

A4070 インク、染料、顔料、塗料、ラッカーまたはワニス等の製造、調製、および使用から生じる残留物。付属書Vに指定されている廃棄物を除く（リストB B4010を参照）

A4080 爆発性の廃棄物（附属書Vに指定されている廃棄物を除く）

A4090 付属書Vの対応するセクションで指定されているもの以外の酸性または塩基性溶液からの廃棄物（リストB B2120を参照）

A4100 産業ガスの浄化のための産業公害防止装置の使用から生じる廃棄物。ただし、附属書Vに指定されている廃棄物は除く。

A4110 以下の製品の一部を含む、構成する、または汚染されている廃棄物：



ポリ塩化ジベンゾフランのグループ内の物質  
 ii) ポリ塩化ジベンゾジオキシンのグループ内の物質  
 A4120 過酸化化合物を含む、構成する、または汚染された廃棄物。  
 A4130 附属書IV危険性リストの危険特性を示すのに十分な濃度でバーゼル条約の附属書Iに含まれる物質を含む容器および廃棄物容器  
 A4140 バーゼル条約の附属書Iのカテゴリ、および附属書IVの危険特性のリストに示されている危険特性に従って、仕様を満たさない、または期限が切れた化学物質からなるまたは含有する廃棄物  
 A4150 研究または教育活動の結果、人間または環境への影響が不明な、新規または未確認の化学物質で汚染された廃棄物  
 A4160 規制の附属書Vに含まれていない活性炭の消費 (リストB B2060を参照)

附属書IV

危険な特徴リスト

国連クラス9	コード番号	特徴
1	H1	爆発物 爆発性物質または残留物とは、化学反応により、それ自身が温度、圧力および速度でガスを放出することができるような固体または液体の物質または残留物（または物質または残留物の混合物）を意味し、周辺地域に害を与えるもの
3	H3	可燃性液体 可燃性液体とは、液体、液体の混合物、または溶液または懸濁液中の固体を含む液体（例えば、塗料、ワニス、ラッカーなど。ただし、危険な特性のために分類された物質または廃棄物は含まない）閉じたキューベットを使用した試験では60.5°Cを超えない温度、または開いたキューベットを使用した試験では65.6°Cを超えない温度で可燃性蒸気を放出します。（開いたキューベットと閉じたキューベットのテストの結果は厳密に比較できないため、同じテストで得られた結果でさえもしばしば異なるため、前述の図から逸脱する規則はそのような違いを考慮する）
4.1	H4.1	可燃性固体 これらは、爆発物として分類されるもの以外の固形物、または固形廃棄物であり、輸送中の一般的な条件下では、摩擦により容易に可燃性であるか、火災を引き起こしたり、それに寄与したりする。
4.2	H4.2	有害燃焼の影響を受けやすい物質または残留物 通常の輸送条件下での自発的な加熱、または空気と接触する加熱の影響を受けやすく、発火することができる物質または残留物。
4.3	H4.3	水と接触して可燃性ガスを放出する物質または廃棄物 水との反応により、自然発火または危険な量の可燃性ガスの放出を受けやすい物質または残留物。

		水との反応により、自然発火または危険な量の可燃性ガスの放出を受けやすい物質または残留物。
5.1	H5.1	オキシダント 必ずしも可燃性であるとは限らないが、一般に、酸素を放出することにより、他の物質の燃焼を引き起こすまたは助長する物質または残留物。

国連クラス9	コード番号	特徴
5.2	H5.2	有機ペルオキシド
		二価構造を含む有機物質または残留物は、発熱性の自己加速分解を受ける可能性のある熱的に不安定な物質
6.1	H6.1	急性毒性
		摂取または吸入した場合、または皮膚に接触した場合に、死亡または重傷または人の健康を損なう可能性のある物質または残留物
6.2	H6.2	感染性物質
		生存可能な微生物またはその毒素、既知の薬剤、または動物または人間の疑わしい疾患を含む物質または残留物。
8	H8	腐食性
		化学作用により、触れる生体組織に重大な損傷を引き起こす物質、または漏れた場合、他の商品や輸送手段に重大な損傷を与えたり、破壊する可能性のある物質または残留物；または、他の危険も引き起こす可能性があります。
9	H10	空気または水と接触する有毒ガスの放出
		空気や水に反応して有毒ガスを有害な量で排出できる物質または残留物。
9	H11	有害物質(遅延または特殊効果あり)
		吸引または摂取した場合、または皮膚への浸透により、発がんを含む遅延または慢性的な影響を与える可能性のある物質または残留物。
9	H12	生態毒性
		放出された場合、生物蓄積または生物系への毒性の影響により、環境に即時または遅延の悪影響を与える、または及ぼす可能性のある物質または残留物
9	H13	何らかの手段で、処分後に、上記の特性のいずれかを有する浸出物、例えば別の物質を生じさせることができる物質

- xi. マグネシウムスクラップ
- xii. クロムスクラップ
- xiii. コバルト残渣
- xiv. ビスマス残渣
- xv. タタン廃棄物
- xvi. ジルコニウム残渣
- xvii. マンガン残渣
- xviii. ゲルマニウム残渣
- xix. ヴァンド廃棄物
- xx. ハフニウム、インド、ニオブ、レニウム、ガリウム  
廃棄物
- xxi. トリウム残渣
- xxii. レアアース廃棄物。

付属書V

リスト B:危険ではない残留物

バーゼル条約第26234号、バーゼル条約に従って有害と定義されていない廃棄物は、バーゼル条約に付加する附属国に定められた物質または物質を含まない限り、有害特性の附属 IV リスト。

金属を含むB1金属残渣および残留物

B1010 金属、非分散性の廃金属および合金:

- i. 貴金属(金、銀、プラチナグループ、しかし水銀ではない)
- ii. 鉄・鉄スクラップ
- iii. 銅スクラップ
- iv. ニッケルスクラップ
- v. アルミスクラップ
- vi. 亜鉛スクラップ
- vii. スズスクラップ
- viii. タングステンスクラップ
- ix. モリブデンスクラップ
- x. タンタルスクラップ



B1020 大まかな仕上がりの形(シート、シート、梁、棒など)で、合金を含むクリーンで汚染されていない金属スクラップ

- i. アンチモン残渣
- ii. ベリリウム残渣
- iii. カドミウム残渣
- iv. 鉛残渣(ただし、鉛蓄電池タを除く)
- v. セレン廃棄物
- vi. テルリウム廃棄物

B1030 廃棄物を含む高融点金属

B1031 分散可能な金属形態のモリブデン、タングステン、チタン、タンタル、ニオブ、レニウムの金属および金属合金廃棄物 (A1050で指定された廃棄物を除く) -この規則の付録AのリストAの電解スラッジ

B1040 危険な量の潤滑油、PBCまたはPCTで汚染されていない発電の結果生じる廃棄物。

B1050 危険な特性の附属書IVリストの特性を示すのに十分な濃度で、バーゼル条約の附属書Iの材料を含まない非鉄金属混合廃棄物

B1060 セレンおよびテルル廃棄物の元素からのほこりを含む元素金属

B1070 危険な特性の附属書IVリストの特性の一部を付与する量で、バーゼル条約の附属書Iの成分を含まない限り、分散可能な形態の銅および銅合金の廃棄物

B1080 クラスH4.311の危険な特性のいずれかを与えるような濃度で、バーゼル条約の附属書Iの成分を含む、分散可能な形態の亜鉛合金の残渣を含む灰および亜鉛残渣。

B1090 鉛、カドミウム、または水銀でできたものを除く、仕様に適合する廃電池

B1100 金属の融合、鋳造、精製から生じる金属を含む廃棄物:

iv. 硬質亜鉛白目

ii. 亜鉛を含む汚泥

iii. 亜鉛板の表面からの汚泥

亜鉛めっき、Znが90%以上

iv. 亜鉛板の底からの廃棄物

亜鉛めっき、Znが92%以上

v. 絶縁鋳造所からの亜鉛廃棄物、

Zn85%以上

vi. 亜鉛めっき亜鉛廃棄物

高熱浸漬(負荷)、Znが92%以上

vii. 発泡亜鉛

viii. 発泡アルミニウム(または発泡体)を除く廃棄物

ix. 対象となる銅加工からの廃棄物後続の処理または精製。ヒ素、鉛、またはカドミウムを含有せず、付録IVに示されているような危

険な特性を付与する。

x. 銅製鋼に由来する、るつぼを含む耐火物ライニング廃棄物

xi. さらなる精製を目的とした貴金属の生産からの廃棄物

xii. 0.5%未満のスズを含む、タンタルを含むスズ廃棄物。

B1110 電気および電子アセンブリ:

i. 金属のみで構成される電子アセンブリまたは合金



ii. 付属書IIIに含まれる蓄電池やその他のバッテリー、水銀スイッチ、ブラウン管からのガラス、その他の活性化ガラスまたはPCBコンデンサなどのコンポーネントを含まない、または含まない電子アセンブリの廃棄物またはスクラップ12（プリント回路を含む）バーゼル条約の付属書Iに示されている元素（カドミウム、水銀、鉛、ポリ塩化ビフェニルなど）で汚染されている、またはこれらの成分が抽出されて、付属書に記載されている特性のいずれも示さない IV（リストA A1180を参照）

iii. iii. リサイクルまたは最終処分ではなく、直接再利用を目的とした電気または電子アセンブリ（プリント回路、電子部品、ケーブルを含む）

B1115プラスチックでコーティングまたは絶縁された金属スクラップケーブル、付属書IIIのリストA A1190には含まれません。その段階のいずれか、野焼きなどの制御されていない熱プロセス。

B1120触媒として使用される液体を除く、次の元素のいずれかを含む排気触媒：

リストAから廃棄物触媒（枯湯触媒、使用液体触媒または他の触媒）を除く遷移金属：

- i. スカンジウム
- ii. バナジウム
- iii. マンガン
- iv. コバルト
- v. 銅
- vi. イットリウム
- vii. ニオブ
- viii. ハフニウム
- ix. タングステン
- x. チタン
- xi. クロム
- xii. 鉄
- xiii. ニッケル
- xiv. 亜鉛
- xv. ジルコニウム
- xvi. モリブデン
- xvii. テンタロ
- xviii. レニウム

ランタノイド（希土類群金属）：

- i. ランタニオ
- ii. プラセオジム
- iii. サマリウム
- iv. ガドリニウム
- v. ジスプロシウム
- vi. テルビウム
- vii. イッテルビウム
- viii. セリウム
- ix. ネオジム
- x. ユウロビウム
- xi. テルビウム
- xii. ホルミウム
- xiii. トゥーリオ
- xiv. ルテチウム

B1130 貴金属を含む消耗したクリーンな触媒

B1140 微量の無機シアン化物を含む、固体の貴金属を含む廃棄物

B1150 貴金属およびそれらの合金（金、銀、白金族、ただし水銀は含まない）の廃棄物

B1160 プリント回路の焼却から生じる貴金属の灰（付属書A A1150を参照）

附属三世 スケジュール A1150)

- B1170写真フィルムの焼却から生じる貴金属の灰
- B1180ハロゲン化銀と金属銀を含む写真フィルム廃棄物
- B1190ハロゲン化銀と金属銀を含む写真用紙の廃棄物
- B1200鉄鋼の製造から生じる粒状スラグ
- B1210 TiO<sub>2</sub>およびバナジウムの供給源であるスラグを含む、鉄鋼の製造から生じるスラグ
- B1220化学的に安定化され、高鉄含有量（20%以上）で、特に建設目的のための工業仕様（DIN 4301など）に従って調製された重鉛の生産からのスラグ
- B1230鉄鋼の製造から生じる圧延スケール
- B1240酸化銅ラミネートフレック
- B1250液体または他の危険な成分を含まない、廃棄のための耐用年数の終わりの自動車

B2 主に無機成分を含む廃棄物で、有機金属および材料も含まれる可能性があるもの

B2010鉱業活動から生じる廃棄物、非分散型：

↓ 天然黒鉛廃棄物

ii. スレート廃棄物、十分な方法で切断されたかどうか、またはのこぎりでの切断など

iii. マイカ廃棄物

iv. リューサイト、ネフェリン、ネフェリンシユナイト残留物

v. 長石くず

見たブラスバタム廃棄物

vii. 固形シリカ廃棄物、除く

鋳造工場で使用されているもの

B2020非分散型のガラス廃棄物：破損したガラスやその他のガラス廃棄物やスラグからの廃棄物。ただし、ブラウン管やその他の活性化ガラスからのガラスは例外

B2030 非分散形のセラミック廃棄物：

↓ セラメタル残留物およびスラグ（メタロセラミック化合物）

ii. 他に指定されていないか含まれていないセラミック基本繊維

B2040主に無機成分を含むその他の廃棄物：

↓ 燃焼ガスの脱硫に起因する部分的に精製された硫酸カルシウム

ii. 建物の解体に起因するボードまたは石膏ボードからの廃棄物

iii. 化学的に安定化された、高鉄含有量（20%以上）で、主に建設および摩耗の目的で工業仕様（DIN 4301およびDIN 8201など）に従って製造された鋼生産からのスラグ

iv. 固体状の硫黄

v. Pbが9未満のカルシウムシアナミドの生産に起因する石灰岩塩化ナトリウム、カリウム、カルシウムカルボラド（炭化ケイ素）外皮のコンクリートリチウムタンタルとリチウムを含むガラス廃棄物

ニオブ。

vi. 塩化ナトリウム、カリウム、カルシウム  
vii. カーボラド（炭化ケイ素）  
viii. 互Concreteのコンクリート  
ix. リチウムタンタルとリチウムリチウムを含むガラススラグ  
ニオブ

B2050 石炭火力発電所からの灰を飛ばし、この規則に附属IIIのスケジュールAに含まれていない(AA2060を参照)

B2050石炭火力発電所からのフライアッシュ、この規則の附属書IIIのリストAには含まれていません（リストA A2060を参照）

B2060バーゼル条約の附属書Iの成分を含まない消費された活性炭、例えば、飲料水の処理、食品産業のプロセスおよびビタミンの生産から生じる炭素（該当する記事A A4160参照付録III）

B2070フッ化カルシウム泥

B2080付属書IIIに含まれていない化学工業プロセスから生じる石膏廃棄物（付属書IIIの対応するセクションA2040を参照）

B2090石油コークスまたはタールで作られ、通常の業界仕様に従って洗浄された鋼またはアルミニウムの生産に起因する錫極の残留物（塩素アルカリ電解および産業に起因する錫極残留物を除く）冶金学）

B2100アルミニウム水和物とアルミナ残留物の廃棄物、およびアルミナ生成物の残留物。ガス精製または凝集またはろ過プロセスに使用される材料を除く。

B2110ボーキサイトの「赤泥」の残留物。Pbは中程度から11.5未満。

B2120 Pbが2を超えるまたは11.5未満の酸性または塩基性溶液からの廃棄物で、他の腐食性または危険な特性を示さないもの（リストA A4090の対応するセクションを参照）

B2130道路建設およびメンテナンスのタール含有量15のないB11青質材料（アスファルト残留物）（付録IIIのリストAの対応する記事A3200を参照）

B3 無機金属および材料を含むことができる、主に有機成分を含む廃棄物

B3010 固体プラスチック廃棄物：

以下のプラスチック材料またはその混合物は、他の残渣と混合されず、仕様に従って調製される。

B3010.1 非ハロゲン化ポリマーおよび共重合体のプラスチック材料の廃棄物(以下16を含むがこれらに限定されない)

- i. エチレン
- ii. スチレン
- iii. ポリプロピレン
- iv. ポリエチレンテレフタレート
- v. アクリロニトリル
- vi. プタジエン
- vii. ポリアセタール
- viii. ポリアミド
- ix. ポリブテンテレフタレート
- x. ポリカーボネート
- xi. ポリエーテル
- xii. ポリフェニレン硫化物
- xiii. アクリルポリマー
- xiv. アルカノスC10-C13(可塑剤)
- xv. ポリウレタン(非CFC)
- xvi. ポリシロキサン
- xvii. ポリメチルメタクリレート





xviii. アルコール ポリ xix. ポリビニルブテイラル xx. ポリ酢酸ビニル	ii. ぼつれた材料 iii. 他に
<b>B3010.2 硬化樹脂または結露製品の残渣(以下を含む)</b> i. ウレアホルムアルデヒド樹脂 ii. フェノールホルムアルデヒド樹脂 iii.メラミンホルムアルデヒド樹脂 iv. エクスポキシ樹脂 v. アルキリック樹脂 vi. ポリアミド	B3030.4 リネンストップおよびリネン残渣。  B3030.5 真麻のストップヘッドおよび残渣(糸残渣およびぼつれ材料を含む)の真麻(大麻サティバル)
<b>B3010.3 フッ素化ポリマーの以下の残渣17:</b> i. ペルフルオロエチレン/プロピレン (FEP) ii. アルカノ・ペルフルオロアルコキシロ iii. エーテルテトラフルオロエチレン/ペルフルオロビニル (PPFA) iv. エーテルテトラフルオロエチレン/パーフルオロメチルビニル (MFA) v. フッ化ビニルポリビニル (PVF) vi. フッ化物ポリビニリデン (PVDF)	ジュートおよびその他の十分な繊維繊維(亜麻、真麻およびラミウムを除く)のB3030.6ストップおよび残渣(糸残渣およびぼつれ材料を含む)  B3030.7 アガベ属のシサルシザルおよび他の繊維繊維(糸残渣およびぼつれ材料を含む)。  B3030.8 停止、廃棄、廃棄物(含むココナツの糸とぼつれ材料)。  B3030.9 アバカ(マニラ麻またはムサ・テキディス・ニー)の消しゴムおよび残渣(糸残渣およびぼつれ材料を含む)。
<b>B3020 古紙、段ボール、紙</b>  以下の資料は、そうでない限り有害廃棄物と混合:  紙や段ボールの廃棄物と廃棄物:	B3030.10 ラミウムおよびその他の植物繊維の草原、消しゴムおよび残渣(糸残渣およびぼつれ材料を含む)、未指定または他の場所に含まれる  B3030.11 不自然な繊維の廃棄物(消しゴム、糸残渣、ぼつれ材料を含む)
i. 漂白されていない紙、段ボール、段ボールまたは段ボール ii. 主に漂白された化学ペーストで作られた他の紙やカートンは、生地に着色されていません iii. 主に機械ペーストで作られた紙や段ボール(新聞、雑誌、類似の印刷物など) iv. その他、含まれるがこれらに限定されない:1) 積層段ボール、2) 非トリアー廃棄物。	i. 合成繊維;そして ii. 人工繊維  B3030.12 中古衣類その他中古繊維用品 B3030.13 中古布、ベローズ、ひも プラマンテ、レース、または繊維材料のケーブルからの廃ケーブルおよび使用済みのアイテム
<b>B3026</b> この規則に附属IVの特性を有するような濃度でパーゼル条約に記載されている材料を含まない液体のための複合包装の前処理の以下の残渣。  - 分離不可能なプラスチック面分 - 分離不可能なプラスチックとアルミニウム面分	i. トライアデス;そして ii. 他に  B3035 テキスタイルフロアインミネートとカーペットコーティング 廃棄物用
<b>B3027</b> ラベル材料の製造に使用される原料を含む自己接着ラベルの積層廃棄物。	<b>B3040</b> ゴム残渣は、他の残渣と混合されていない場合:
<b>B3030 繊維廃棄物</b>  以下の材料は、それらが他の残渣と混合されず、仕様に従って調製されていることを条件とする。	i. 廃棄物および硬いゴム廃棄物(例えばエポニテ) ii. その他ゴム廃棄物(除く)特定の廃棄物その他の場所)  <b>B3050</b> 未加工のコルクおよび木材残渣:
<b>B3030.1</b> シルク残渣(巻き取り、糸残渣、糸材料に適さないコグヨを含む)	i. 丸太、ブリケット、ボール、または類似の形状に凝集するかどうかにかかわらず、廃棄物や木材廃棄物 ii. コルク残渣: 破砕コルク、造粒または地面。  <b>B3060</b> 農業食品産業に起因する廃棄物は、感染性がない場合:
i. カードや手入れをさせないでください ii. 他に  <b>B3030.2</b> ウールまたは動物の毛の残渣、細かいまたは粗い、糸残渣を含むが、糸の材料を除く)	i. ワイン消去 ii. 乾燥および殺菌された植物廃棄物、廃棄物および副産物、飼料として使用される、不特定または他の場所に含まれる iii. 脱脂製品: 脂肪物質または動物または植物ワックスの治療に起因する残渣 iv. 骨および角の骨髄残渣、未処理、脂肪、または単に調製(しかし形ではない)、酸またはゲゼラチンで処理 v. 魚の残渣 vi. 貝殻、樹皮、皮および他のカカオ残渣
<b>B3030.3</b> 綿の廃棄物(含む糸残渣及び糸材)	i. 糸残渣(糸残渣を含む)

vii. 農業食品産業からのその他の廃棄物。人間および動物の消費に関する国内および国際的な要件と基準を満たす副産物を除く。

B3065危険な特性の付録IVリストの特性を示さない場合のみ廃棄物用の動物または野菜由来の食用油脂（例：揚げ油）

B3070以下の廃棄物:

- i. 人間の髪の毛
- ii. 廃棄物わら
- iii. 起因する不活性化された真菌菌糸体  
飼料として使用するためのペニシリン生産

B3080廃棄物とゴムの切りくず。

B3090殺生剤または六価クロム化合物を含まない皮スラッジを除く、皮革または凝集した皮革のスクラップおよびその他の残留物、皮革製品の製造には適していない規制のIII)

B3100六価クロム化合物または殺生物剤を含まない粉末、灰、スラッジまたは皮革ミール（規制の附属書IIIのリストA A3090の対応するセクションを参照）

B3110六価クロム化合物または殺生物剤または感染性物質を含まない皮膚の日焼け残留物（規制の附属書IIIのリストA A3110の対応するセクションを参照）

食品の色からなるB3120廃棄物。

B3130遊離酸を形成できない廃棄ポリマーエーテルおよび無害なモノマー廃棄エーテル。

B3140空気廃棄物カバー、バーゼル条約の附属書IV.Aの運用を目的とするものを除く。

B4無機または有機成分を含む可能性のある残渣

B4010 主にラテックスおよび/または水性塗料、有機溶剤、重金属または殺生物剤を含まない、危険になる程度の硬化インクおよびゾニスで構成される廃棄物（付録AのリストA A4070の対応するセクションを参照 規制の）

B4020 樹脂、ラテックス、可塑剤、接着剤/接着剤の製造、配合、および使用からの廃棄物で、規制の附属書IIIにリストされていないもので、有害特性の附属書IVリストの特性を持たない程度の溶媒またはその他の汚染物質なしたとえば、水ベース、またはカゼインでんぷん、デキストリン、セルロースエーテル、ポリビニルアルコールをベースにした接着剤（規制の附属書IIIのリストA A3050の対応するセクションを参照）

B4030 規制の附属書IIIに含まれていないバッテリーを使用した使い捨てカメラ。

すべての廃棄物のために。しかし、多くの国では、特定の廃棄物に対して20mg/kg以下の基準を設定しています。

<sup>9</sup> 「期限切れ」とは、推奨される期間中に未使用を意味します。

メーカー。

<sup>7</sup> このセクションには、化学防癌剤で処理された木材は含まれません。

<sup>8</sup> 「期限切れ」とは、推奨される期間中に未使用を意味します。

メーカー。

<sup>9</sup> 危険物の輸送に関する国連輸物のハザードクラス番号付けシステムに対応する(ST/SG/AC.10/1/Rev.5、国連、ニューヨーク、1988年)。

<sup>10</sup> 当初、附属条約第1条の材料で低レベルの汚染があったとしても、リサイクルプロセスを含むその後のプロセスは、別々の方面をもたらす可能性があることに留意すべきです。バーゼル条約に附属10日にこれらの材料のかなり大きな濃度が含まれています。

<sup>11</sup> 亜鉛灰の状況は検討中であり、国連貿易開発会議(UNCTAD)の報告があり、亜鉛灰は危険物とみなされるべきではない。

<sup>12</sup> この段階には、発電に起因するスクラップは含まれません。

<sup>13</sup> 修理、再建、再利用は再利用とみなされる場合があります。

改善が、主要な新しいアセンブリではありません。

<sup>14</sup> 一部の国では、直接再利用を目的としたこれらの材料は、

廃棄物とみなされる。

<sup>15</sup> ベンゾ[a]ピレンの濃度は50mg/kg未満とする。

<sup>16</sup> これらの廃棄物が完全に重合していることが理解される。

<sup>17</sup> 消費後の廃棄物はこの段階から除外されます。

・廃棄物を強めてはいけない

・アカウンタは、の実践によって提起された問題を取られるべきです

屋外で燃える

<sup>1</sup> リスト B (B1160) の関連セクションには例外が指定されていないことに注意してください。

<sup>2</sup> このエントリには、発電アセンブリの痕跡は含まれません

<sup>3</sup> 50mg/kg以上のポリクロムジフェニルの濃度レベル。

50mg/kg以上の濃度で存在する4個のPCB。

<sup>5</sup> 50 mg/kg レベルは、国際的な実用的なレベルであると考えられています。

(別添)設置機材の運転及び維持管理マニュアル

# Secador de Lodos

《Type HK-300》



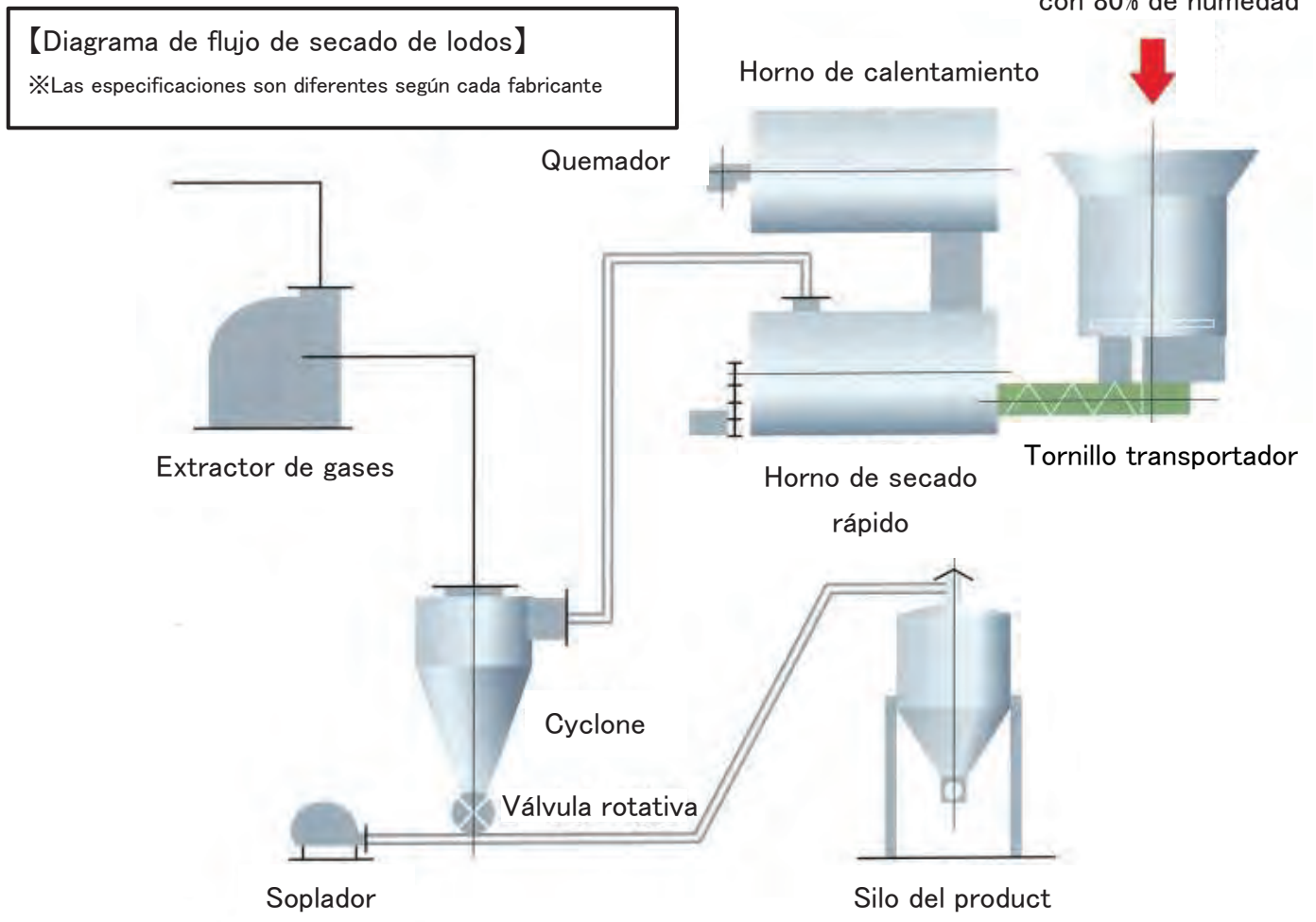
## Características de la planta de secado

### 1. Mecanismo de funcionamiento

En el interior del horno se secado contienen paletas de alta velocidad que agitan el lodo hasta secarlo. El agua se evapora y el contenido sólido reducido se descarga a través de la misma ruta que el gas de escape, y el ciclón separa el contenido sólido y el gaseoso, el contenido sólido cae abajo del ciclón y es recolectado por la faja recolectora.

### 2. Principio de secado

El lodo introducido se expande mediante las paletas de agitación aumentando el área y haciendo que la energía calorífica se transfiera homogéneamente y debido al poco tiempo para el secado esta planta de secado es más compacta.



## Forma de manejo

Preparativos antes de poner en funcionamiento

- 1 todos los interruptores deben de estar en posición prendida (ON).
- 2 verificar el botón de emergencia.
- 3 presionar el botón de “Preparación de operación”, y en la pantalla táctil presionar “confirmación”.
- 3’ Seleccionar el tipo de manejo a realizar “manual” o “automático”.

#### Manejo manual

- 1 presionando el botón de ON de cada dispositivo funcionara en el momento presionado.
  - 2 presionado el botón de OFF de cada dispositivo estos se apagarán en el monto presionado.
  - 3 en caso se prenda el quemador manualmente es necesario prender el extractor de gases al mismo tiempo.
- ※Para apagar el quemador es necesario que la temperatura del horno este a menos de 50 °C para poder apagar el extractor de gases. En caso no se hiciera esto ocasionaría que el quemador sufra daños.

#### Manejo automático

- 1 el nivel del sensor debe de estar inhabilitado.
  - 2 presione el botón de Manejo automático.
  - 3 los motores se prenderán en el orden de encendido automáticamente.
  - 4 cuando la salida del calor del horno llegue a la temperatura programada automáticamente procederá a introducir el lodo.
  - 5 durante el manejo automático en caso la temperatura del horno descendiera a menos de lo UE está programado parara el abasteciendo del lodo al horno, en caso llegue a la temperatura adecuada automáticamente reanudara la entrada del lodo.
  - 6 en caso ya no se tenga lodos en el abastecedor se deberá apretar el botón de “Pare automático”.
  - 7 en caso la temperatura de la caldera sea menor de 50 °C, se apagará automáticamente.
  - 8 una vez apagado el equipo es necesario verificar que la temperatura del horno este a menos de 50 °C para que pare automáticamente. En caso la temperatura del caldero este subiendo, manualmente se realizará el encendido del extractor de gases para bajar la temperatura del horno.
- ※Dejar con una temperatura altas ocasionaría riesgos de daños al quemador..

#### Detección de Anomalías

- 1 cada dispositivo tiene una alarma en caso ocurra alguna anomalía en el proceso.
  - 2 se recetan los replays térmicos en el panel táctil “RESET”.
- ※En caso estén operando los inversores se procede al siguiente.

En el panel táctil aparecerán la sigla “OL1” o “UL” para esto se recurriría al manual del fabricante del inversor en los códigos de alarma y se busca la posible falla según el código indicado (cada vez que se manipula el equipo cerciorarse que este apagada la corriente) una vez solucionado



se reinicia el panel del inversor y el panel táctil principal. (en caso se tenga que operar los parámetros del inversor leer bien las instrucciones antes de operarlo)

3 una vez solucionado la anomalía proceda a restablecer el manejo.

#### Sugerencia durante el manejo

1 al término del manejo automático, en caso exista un aumento en la temperatura de la caldera se procederá a succionar con la máquina extractora de gases hasta que baje la temperatura interna del caldero

2 el mal funcionamiento del sensor de nivel y el sensor de temperatura (termómetro) es muy peligroso, por lo tanto, la limpieza y verificación diaria es muy importante.

3 no presionar el botón de emergencia sin ningún sentido aparente, porque esto llevaría a que ocurran obstrucciones, mal funcionamiento, algún daño o incendios.

4 este dispositivo de secado no tiene un sistema antisísmico, en caso ocurra esto se procede a hacer lo necesario para que no ocurra ningún desastre secundario

5 este dispositivo de secado no cuenta con un sistema de sensores contra la apertura de tapas o compuertas de inspección por lo tanto una vez en funcionamiento no tocar dichas compuertas o tapas.

6 es peligroso hacer un equivocado procedimiento al hacer funcionar el equipo por esta razón es necesario que se lean las instrucciones de manejo del equipo.

#### Para el secado de lodos / Precauciones

( \* tener en consideración estos puntos sin falta.)

① Este secador térmico es un secador exclusivamente de lodos.

No secar otro tipo de material que no sea el mencionado, en caso se utilice para otro propósito que no sea el de secado de lodos ocasionaría serios daños y accidentes, para esto no habrá responsabilidad por los accidentes causados por el mal uso del equipo.

② No mezclar el lodo con otro tipo de materiales.

El mezclar otro tipo de materiales se corre el riesgo de accidentes o mal funcionamiento, y no habrá ninguna responsabilidad por este mal uso del equipo.

③ Según el material a secar.

Es necesario que el material a secar sea homogéneo y uniforme, en caso no fuera el caso podría ocurrir un mal funcionamiento, obstrucción, desestabilización de la humedad, polvorera, o posible incendio de los cuales no son responsabilidad del equipo.

④ Sobre el contenido de humedad

- Al introducir el lodo al abastecedor de lodos es necesario medir el porcentaje de humedad. Realizar esta medición aleatoriamente durante varias ya colocaciones de los lodos
- Una vez seco el lodo caerá en la parte baja del ciclón que serán recolectados por la válvula rotativa, aquí también es necesario hacer las mediciones de humedad del lodo deshidratado

para confirmar la cantidad de humedad que queda y determinar si es muy alta o baja estos pasos sirven para que no ocurran desperfectos, obstrucciones, es muy importante realizar la medición de la humedad. Se podrá realizar en intervalos de 30 minutos durante el secado, tomado un registro de datos, al realizar las mediciones de humedad no nos responsabilizamos de ningún accidente o incendio que pueda producirse en la prueba.

- Para llegar a una deshidratación de más o menos 10% se realizarán las capacitaciones pertinentes y las temperaturas de la salida del horno sería de.....grados centígrados. El abastecedor de lodos estaría a .....Hz y el porcentaje de lodos a procesar sería de ...% estos serían los datos básicos de ejecución. Asu vez en caos el producto deshidratado tenga un mayor o menor cantidad de humedad es necesario controlarlo con la cantidad de humedad del lodo que se introduce al abastecedor de lodos.

#### ⑤ Cambios que podrían realizarse fuera del manual

Con respecto a los equipos y dispositivos que pertenecen a la secadora, cabe la posibilidad que se agreguen otros dispositivos después de la colocación que no estén escritos en el manual de instrucciones, en caso exista alguna duda en lo referente al método de uso, mantenimiento, asuntos de seguridad se consultara con la persona correspondiente de no ser el caso, no se asume ninguna responsabilidad por accidente, mal funcionamiento, daños, como lesiones causadas por un uso irresponsable.

Los planos, fotos, etc. que se describen en este manual, pueden diferir del real, de existir alguna duda en su manejo no dude en consultar a la persona correspondiente de no ser el caso ser el caso, no se asume ninguna responsabilidad por accidente, mal funcionamiento, daños, como lesiones causadas por un uso irresponsable.

En caso existiera algún equipo, maquinaria que no esté descrita en este manual y existiera alguna duda en la cuestión de mantenimiento, revisión, etc. consultar con la persona correspondiente de no ser caso ser el caso, no se asume ninguna responsabilidad por accidente, mal funcionamiento, daños, como lesiones causadas por un uso irresponsable.

- ⑥ Durante el funcionamiento de la secadora existen varios lugares con alta temperatura. No tocar, ni acercarse a dichos lugares. (en caso el operador durante la operación existe la posibilidad de acercarse a la secadora y sus equipos tomar medidas de seguridad y nunca tocar los lugares de alta temperatura.)

#### Los lugares donde existen altas temperaturas

- La parte principal del Secador ▪ Caldera de aire caliente ▪ Ciclón ▪ Válvula rotativa
- Ducto de escape de gases ▪ Motores ▪ Ejes ▪ Mechero
- Equipos de control
- Todo tipo de Ductos 【Por el ducto de escape de gases se descaña aire caliente a más de 100 grados centígrados, no colocar manos ni asomar las cara.】

• Todo tipo de tuberías【Cuidarse de la estática】cuidarse del calor que irradie algún tipo de maquinaria o equipo.

- ⑦ Durante la operación del equipo existen lugares que están en rotación, está prohibido tocarlas. (en caso el operador durante la operación existe la posibilidad de acercarse a la secadora y sus a sus equipos tomar medidas de seguridad y nunca tocar los lugares en rotación.)

#### Partes giratorias

- Las hélices del agitador y las hélices del abastecedor de lodos. (tornillo)
  - Los motores al rededor del agitador• las hélices y el eje.
  - El eje principal ( en frente y al lado del Ciclón)
  - Motores cercanos al agitador.
    - Eje principal de la máquina de extracción de gases, la faja en V, cerca de los ejes que tienen protección.
    - Válvula rotativa (En caso recolecte muestras nunca introducir la mano en lo absoluto)
    - Existen 2 ventanas de revisión del secador, nunca abrir estas ventanas.
    - Todo tipo de motores • Todo tipo de rodajes
    - Cerca al mechero • Cobertor de cadena
- ⑧ Durante el movimiento de la maquina nunca realice la revisión, engrasado, limpieza, mantenimiento (en caso tenga que acercarse tomar las medidas de seguridad, en a la medida de lo posible no acercarse cuando el equipo este en movimiento).
- Durante el movimiento del equipo no acercarse a todos los tipos de coberturas y nunca abrir las ventanas de inspección.
  - Durante el movimiento del equipo la regulación de las cadenas, fajas ajustar tornillos están prohibido realizarse.
  - Durante la operación no realizar maniobras que sean peligrosas.
  - Realizar la inspección como indican los ítem de “la tabla de inspección rutinaria” y además tener un registro de los lugares inspeccionados. En caso en los ítems de “la tabla de inspección rutinaria” no existan algunos equipos en la tabla de revisión, adicionar los ítems correspondientes realizar y registrar las inspecciones, las revisiones por las empresas fabricantes de los equipos serian buenas realizarlas, pero esto tiene un costo adicional.
  - En caso se realicen los mantenimientos sin utilizar al fabricante esto estaría fuera de la garantía de los equipos y cualquier accidente, incendio, o daño no será responsabilidad del fabricante.
- ⑨ Revisiones por los fabricantes (costo adicional)
- La revisión del fabricante sin importar el uso de la maquina es de por cada 6 meses por lo menos una vez realizar la revisión.
  - En caso el cliente quisiera realizar una revisión por el fabricante, según el pedido realizaran una revisión en el sitio del equipo (costo adicional).

#### ⑩ Piezas de desgaste

- Periódicamente hacer el cambio correspondiente de las piezas de desgaste.
- Utilizar las piezas de remplazo exigidas por el fabricante.
- En caso reemplace las piezas es mejor que lo realice el fabricante ( costo adicional)
- Aunque las piezas de desgaste se cambien durante el periodo de garantía estas piezas tendrán un costo adicional.

#### Tiempo de reemplazo de dichas partes

(Los reemplazos se realizaran según los heridos que el fabricante decida realizarlo)

【Por lo menos de 1 a 2 años de uso】

- Empaquetadoras (todo tipo de empaquetaduras)

【Por lo menos cada 5 años】

- Rodajes • Guías • Cadenas • Piñones • Poleas / Fajas • Ductos
- Todo tipo de sensores • Mangueras y tubos neumáticos (incluidos las fajas trasportadoras)
- Todo tipo de equipamiento • Cables
- Los pernos y tuercas • las partes del mechero con sus correspondientes tuberías .
- la pared de cerámica del interior del horno.

【Por lo menos cada 10 años】

- Motores • todo tipo de hélices (Válvula de rotación, hélice del agitador, extractor, agitador, y tornillo transportador).

※ Los reemplazos de los partes de desgaste es según la forma de uso (El engrase influye en la vida útil ), dependiendo de la calibración puede cambiar el desgaste.

※ La limpieza diaria del equipo y mantenimiento impecable influye mucho en la vida útil.

#### ⑪ Reparación y ajuste

- Se requiere un mantenimiento programado.
- Se recomienda utilizar piezas especificadas por el fabricante.
- Se recomienda que el representate autorizado realice el mantenimiento. (costo adicional)
- Las reparaciones por el fabricante se realizaran en el pedido de garantía (costo adicional)
- Los trabajos realizados por el fabricante deben de ser petición del usuario y el costo es adicional.

#### Las partes de mantenimiento programadas

(Dependerá mucho del periodo de mantenimiento preventivo)

- Ajuste de cadenas • Ajuste del V bel • Pintura

#### ⑫ Garantía.

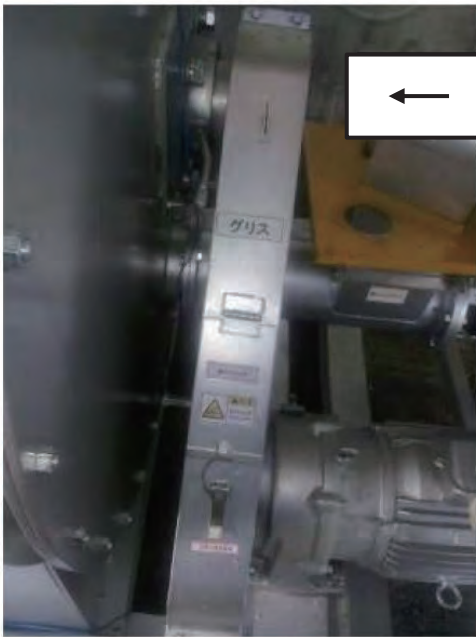
• En caso de incendio, accidente, desperfecto, daño, etc. que ocurra sin que el fabricante haya realizado las inspecciones o mantenimientos correspondientes no será objeto de garantía del equipo.

※ Para el mantenimiento preventivo por el fabricante será necesario que el usuario haga la petición al fabricante. (costos adicionales)

- En caso alguna modificación o mantenimiento será realizado por un tercero el fabricante no se responsabilizara de los daños o desperfectos que sucedan y no será objeto de garantía del equipo.
- La pieza no descrita (como el equipo) en el plano de entrega, partes agregadas después de la instalación, no asume ninguna garantía ni responsabilidad.



**PUNTOS DE ENGRASE**



← Rodajes traseros y delanteros de la paleta de mezcla

Rodajes del tornillo abastecedor



Rodajes del Ventilador



Abastecedor



Rodajes del abastecedor



Rodajes de la válvula rotativa



**Sensor de temperatura de entrada del horno**



**Sensor de temperatura de salida del horno**

- Los sensores de temperatura después del trabajo están calientes nunca tocarlos.
- Existe la posibilidad que los sensores se ensucien con el lodo y envíen mediciones erróneas, antes de cada trabajo es necesario revisarlas y limpiarlas, no doblar los sensores.
- Los tornillos de fijación se deben apretar hasta que el sensor no se mueva, un sobre ajuste podría ocasionar desperfectos.

#### La faja en V del ventilador de escape

- Cadena o correa en V, compruebe regularmente. Si los ajustes son necesarios, consulte al fabricante.
- Si opera sin ajustar la cadena, la rueda dentada, las cadenas, los cojinetes, etc., afectaría a todo el equipo. En caso no se pueda ajustar es necesario un reemplazo.
- Asegúrese de apagar el interruptor principal y tomar medidas para evitar que una tercera persona encienda el interruptor al realizar el mantenimiento.

#### Inversor / Reinicio del corte térmico

Los errores aparecerán en la pantalla táctil.

Se realizará el reinicio apropiado del inversor y el cortador térmico

#### ① **Anormalidad del dispositivo que es impulsado por el inversor.**

El código de error (como "OL1" y "UL") se muestra en el panel de visualización del inversor.

Verifique el código de alarma del manual de instrucciones del inversor de la Exposición, busque la causa. Repare la máquina que sea anormal, presione el "botón de reinicio" en el panel de visualización del inversor.



Además, presione el “botón de reinicio” en el panel táctil y luego restaure. (※ Cuando toca la máquina, siempre apaga el interruptor).

**【Procedimiento 】**

1 descifra el código de alarma.

2 solucionar le código del problema.

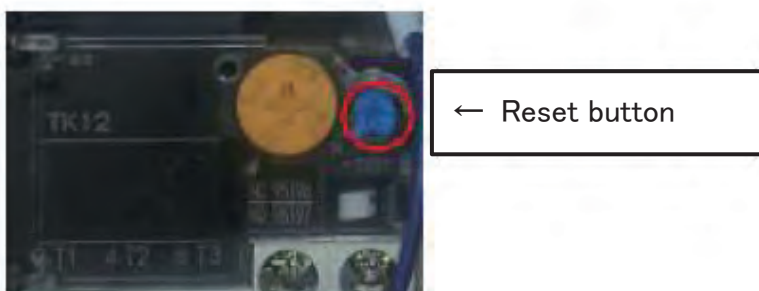
(※Para cualquier arreglo, siempre apagar el interruptor. Después de solucionado el problema, encender el interruptor.)

3 presionar el reinicio del inversor.

4 presionar el reinicio del panel táctil.

**②Anormalidad del dispositivo que es accionado por el interruptor magnético (relé térmico).**

Se corrige examinar la anomalía. Luego presione el botón de reinicio del relé térmico. Finalmente, presione el botón de reinicio en el panel táctil.



※ Cuando se produzca una anomalía en el inversor y un disparo térmico, como medida de precaución, compruebe todo el inversor y todo el relé térmico.

※ No se puede restablecer inmediatamente después de la aparición de una anomalía. (Se puede restablecer después de 10 a 30 segundos).

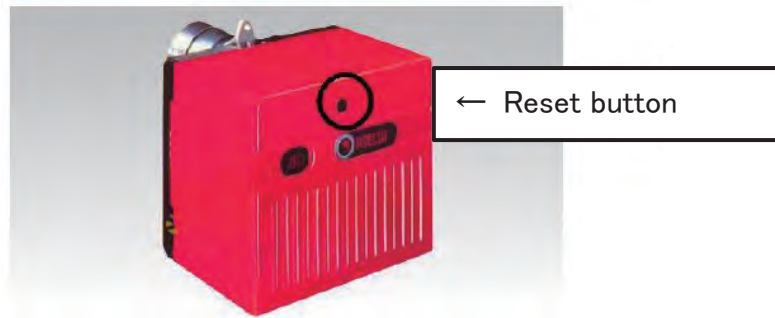
※ Al reparar la anomalía, asegúrese de apagar el disyuntor en el panel de control para evitar que la máquina se mueva. Existe el riesgo de tener accidentes en las extremidades.

※ Reinicie la operación, asegúrese de eliminar el defecto.

### Alarma de fallo de encendido del quemador

Presione el botón de reinicio del relé de control del quemador. Después del reinicio, presione el panel táctil del reinicio del panel de control de operación principal.

※ Si el procedimiento de operación fue a la inversa, vuelve a aparecer una alarma de fallo de encendido.



Las fotos pueden ser diferentes a la realidad consulte con el manual de operaciones del mechero.

• La superficie del secador y un horno de aire son muy calientes. Por favor examine la causa del fallo de encendido después de que se haya enfriado lo suficiente. Después del ajuste, por favor reanude la operación

※ Al manejar el quemador, lea siempre el manual de instrucciones del quemador.

### Inspección del quemador / Limpieza



(Limpieza del filtro combustible.)



(Limpieza de la boquilla.)

Inspección, al momento de la limpieza, asegúrese de apagar el interruptor de circuito principal.

Tome las medidas de que un tercero no puede operar el interruptor.

※ Siempre revise y limpie regularmente. Lea el manual de instrucciones cuidadosamente antes de comenzar a trabajar.

Manejo de la unidad de control de temperatura y del inversor. andina o té temperatura control unir  
and té invertir



(1) Ajuste del control de temperatura.

Si el controlador de temperatura funciona incorrectamente, es difícil restablecerlo.

Lea atentamente el manual de instrucciones y verifique la seguridad antes de realizar el ajuste.

※Por favor, consulte la hoja adjunta para la configuración.

(2) Configuración del inversor

"▲ ▼ botón" Puede establecer la frecuencia con el botón. Consulte el manual de instrucciones para asegurarse de que no cometa un error y opere el producto después de confirmar la seguridad.



Las fotografías pueden ser diferentes a la realidad, por favor consultar con los manuales respectivos.



(別添:設備点検表)

### Cartilla de revisión (Instrumentos)

Año
Mes
Día

---

Hora de inspección										
Nombre del que realizo la inspección										
Contenido de humedad de lodos secos										
Panel de control	Ajuste de la temperatura	Secador de entrada AL1 (anomalía de alta temperatura)								
		Salida de la secadora AL1 (todas se detienen en la parada)								
		Salida de secadora AL2 (quemador apagado)								
		Control de quemador AL1 (abastecimiento ok)								
		Control de quemador AL2 (espera de abastecimiento)								
		Control de quemador OUT (valor indicado)								
	Ajuste de	Abastecedor (Hz)								
		Mezclador (Hz)								
		Extractor de gases (Hz)								
		Depurador (Hz)								
	temperatura	Entrada del secador (°C)								
		Salida del secador (°C)								
	amperaje	Abastecedor (A)								
		Mezclador (A)								
		Extractor de gases (A)								
		Depurador (A)								
	Abastecedor en movimiento o parado									
	Mechero prendido o apagado									
	○	Agitador	Volumen quedado							

	sonido • vibración sí o no									
Abastecedor	sonido • vibración sí o no									
Tornillo abastecedor	sonido • vibración sí o no									
Mezclador	Sonido • vibración sí o no									
Mechero	sonidos • vibración sí o no									
	Presión de abastecimiento de gas (MPa)									
Válvula rotativa	Sonido • vibración sí o no									
	Hay descargas									
Faja trasportadora	sonido • vibraciones sí o no									
Ventilador de escape	Sonido • vibración sí o no									
Depuradora	Ruido y vibración del ventilador. Si o no									
	nivel de agua adecuado.									
	presión (mmHg)									

点検機器	点検項目	点検時期			点検方法	判定基準
		A	B	C		
乾燥機	ベアリング×2		●		油分・異音	※2
	モーター			●	異音・油量	※3
	ネジ類緩み			●	増締め	緩みが無い事
	汚れ		●		目視	汚れが無い事
	異音	○			異音が無いか確認	異音が無い事
熱風炉	バーナ汚れ	●			汚れを目視にて確認	汚れが無い事
	ガス漏れ		●		専用スプレー	ガス漏れ無い事
	配管緩み		●		増締め	緩みが無い事
	異音	○			異音が無いか確認	異音が無い事
	ネジ類緩み			●	増締め	緩みが無い事
	バーナファン			●	異音確認	※5
	バーナノズル		●		汚れを目視にて確認	
アジテーター	汚れ	●			汚れを目視にて確認	汚れが無い事
	モーター			●	油量・異音の確認	※3
	異音	○			異音が無いか確認	異音が無い事
	ネジ類緩み			●	増締め	緩みが無い事
	レベルセンサー	●			汚れを目視にて確認	汚れが無い事
排風ファン	ベアリング×2		●		油分・異音	※2
	Vベルト		●		張り具合を確認	※4
	汚れ		●		汚れを目視にて確認	汚れが無い事
	異音	○			異音が無いか確認	異音が無い事
	ネジ類緩み			●	増締め	緩みが無い事
投入スクリー	羽根		●		減り具合を目視確認	減りが無い事
	モーター			●	油量・異音の確認	※3
	ベアリング×2		●		油分・異音	※2
	異音	○			異音が無いか確認	異音が無い事
	ネジ緩み			●	増締め	緩みが無い事
	汚れ	●			汚れを目視にて確認	汚れが無い事
定量供給	羽根		●		減り具合を目視確認	減りが無い事
	モーター			●	油量・異音の確認	※3
	ベアリング×2		●		油分・異音	※2
	異音	○			異音が無いか確認	異音が無い事
	ネジ緩み			●	増締め	緩みが無い事
	汚れ		●		汚れを目視にて確認	汚れが無い事
サイクロン	ネジ類緩み			●	増締め	緩みが無い事
	汚れ			●	汚れを目視にて確認	汚れが無い事
ロータリーバルブ	ベアリング×2		●		油分・異音	※2
	モーター			●	油量・異音の確認	※3
	ネジ類緩み			●	増締め	緩みが無い事
	汚れ			●	汚れを目視にて確認	汚れが無い事
	異音	○			異音が無いか確認	異音が無い事
ダクト・煙突	ネジ類緩み			●	増締め	緩みが無い事
	汚れ			●	汚れを目視にて確認	汚れが無い事
配管・ホース類	漏れ・緩み		●		目視・増締め	漏れ・緩み無い事

- ※1はチェーン及びsprocketの取扱説明書を熟読し、行ってください。
- ※2はベアリングの取扱説明書を熟読し、行ってください。
- ※3は各社モーターの取扱説明書を熟読し、行ってください。
- ※4はVベルト及びプーリーの取扱説明書を熟読し、行ってください。
- ※5はバーナ取扱説明書を熟読し行ってください。
- ※運転中は各種回転部及び高温部など、危険が及ぶ所など絶対に触れないでください。
- ※各所ベアリング及びギヤ・チェーンなどのグリス注入は毎日行ってください。
- ※グリス注入作業時は本体主電源を切り絶対に電源を入れないでください。
- ※定期点検を実施した際はその記録を必ず保管してください。
- ※各取扱説明書を熟読後点検作業を行ってください。

(点検項目記号説明)

A 毎日                      B 1週間                      C 1ヶ月                      O 運転時                      ●停止時

(別添: 日報)

## Revisión diaria

Día

Mes

Año

Nombre

Verificación antes de operación		
Apertura la válvula de mariposa del depurador (%)		
Volumen del tanque de gas (Gal)		
Verificación	Abastecedor C	
	Horno de secado C	
	Secador (2 lugares adelante y atrás) C	
	Extractor de gases C	
	Depurador (3 lugares) C	
	Extractor del depurador C	
Valvulas	Drenaje del depurador C	
	Abastecedor de agua A	
	Línea de gas A	
Verificación de fugas de gas		
Llaves eléctricas ON		
Funcionamiento		

Verificación al termino de operación		
Parada		
Verificar que la temperatura de entrada al secador este a menos de 50°C ※En caso este a más de 50°C se activara el extractor de gases manualmente.		
Termino de operación (Parado total)		
Valvulas	Línea de abastecimiento de gas C	
	Abastecimiento de agua de depurador C	
	Escape de depurador A	
Llaves eléctricas OFF		
Volumen del tanque de gas (Gal)		

Resultados de Operación	
Horas de operación (h)	
Volumen procesado (kg)	



Hora de puesta en marcha	
--------------------------	--

Volumen de gas usado (Gal)	
----------------------------	--

C: Cerrado

A: Abierto

Observaciones
-----
-----

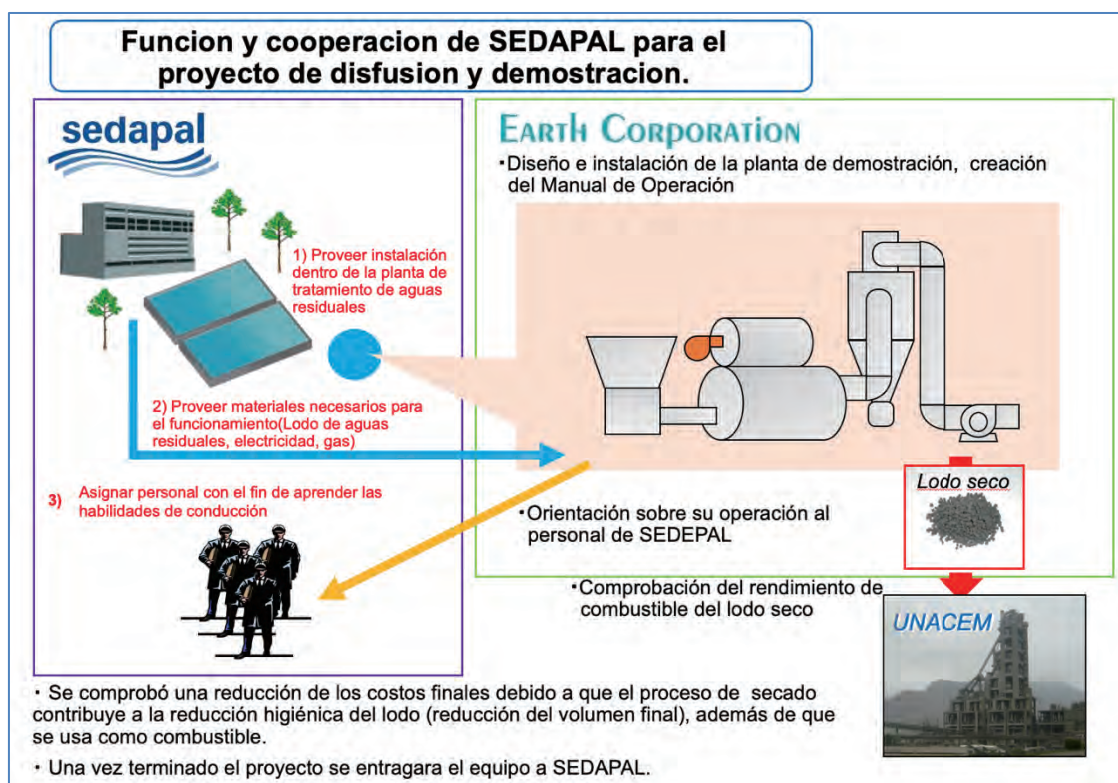
## Proyecto de JICA pequeñas y medianas empmresas de negocios ayuda exterior al desarrollo Difusión y demostración

**Propuesta de nombre para el proyecto:** “Proyecto de Verificación y Difusión” Utilizando tecnologías de secado para el procesamiento de lodos orgánicos y combustible obtenido del lodo seco.

**Nombre de la empresa:** EARTH CORPORATION. Co.ltd

**Resumen del proyecto:**

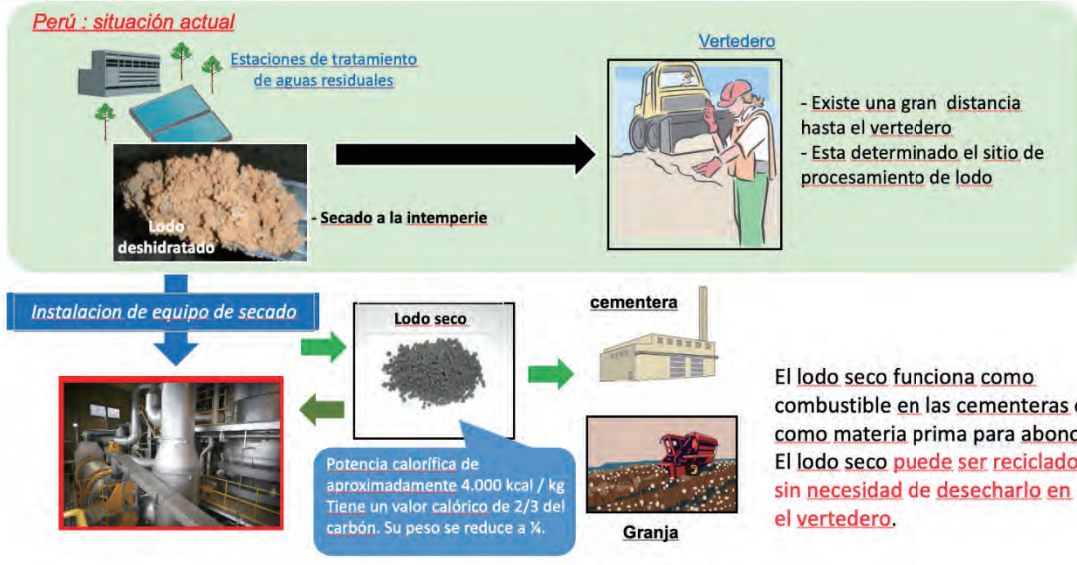
- Construcción de la planta de procesamiento de lodos, (Maquina de secado) procesa y granula los lodos producidos por las PTARS y otros.
- Se realizara la transferencia tecnologica para la producción de combustible de lodos a la contraparte ( SEDAPAL: Servicio de Agua potable y Alcantarillado de Lima) y la verificación de la eficacia en la fabricación, difusión y demostración del combustible del lodo procesado.
- Por la reducción del volumen de la masa de lodos las PTARS de SEDAPAL reducen sus costos en transporte para la disposición final y además se impulsarían actividades para utilizarlo como combustible alternativo.



## BENEFICIOS DEL SECADO DE LODO Y PROCESAMIENTO DEL COMPUSTIBLE EN PERU

No. 1

El secado del lodo es una tecnología que **reduce el volumen** del lodo deshidratado (con 80% de humedad ) y ademas puede **utilizarse como combustible**.  
 Nuestra empresa se dedica al secado de lodo en Japón. La mayoría de nuestros clientes son plantas de tratamiento de aguas residuales administradas por el gobierno.  
 Las condiciones del lodo deshidratado en Perú son similares a Japón, por lo que es posible su procesamiento a través del secado de lodo.



Lodo (que proviene de la depuradora de aguas residuales, con 80% de humedad)



Lodo seco (contenido de humedad de entre 15 y 20%)  
 Potencia calorífica de aproximadamente 4,000 kcal / kg



Tabla Norma JIS para el poder calorífico y valor referencial de Earth Corporation Co Ltda en análisis de muestras Lodos sin procesar en tiempos diferentes clientes.

ITEM	Parámetro	Norma JIS Z7312-2014 <sup>1</sup>	Valor referencial <sup>2</sup> (parámetros del proyecto)	Muestra cliente 1 Lodo sin procesar	Muestra cliente 2 Lodos sin procesar	Muestra cliente 3 Lodos sin procesar
1	Poder calorífico total [MJ/kg]	8 - 15	18.9	18.9	18.2	18.5
2	Humedad [%]	< 20	1~5	87	85	72
3	Volumen de carga Inorgánica [%]	n/a	11.3	9.3	13.0	11.0
4	Cloro [%]		0.10	0.043	0.09	0.056
5	Azufre [%]		0.80	0.52	0.91	0.61
6	Carbono [%]		45.3	46.6	43.4	45.9
7	Hidrogeno [%]		6.4	6.8	6.3	6.6
8	Nitrógeno [%]		6.4	5.0	7.5	5.5
9	Oxigeno [%]		29.6	33.0	24.9	33.0
10	Ácido fosfórico total [%]		3.6	n/a	n/a	n/a
11	Cantidad total de potasio [mg/kg]		2700	n/a	n/a	n/a

Fuente: Earth Corporation Co Ltda. De ítem 1 al 9 se aplica a combustible alternativo. El ítem 10 y 11 aplicado para fertilizante. n/a: no aplica.  
 1: JIS, Japan Industry Standard. Biosolid fuel (lodos secados para combustible alternativo).  
 2: Parámetros de Earth Corporation Co Ltda.  
 Carta JP-2017/796

(別添:リマ市商工会でのプレゼンテーション資料)

## Proyecto de apoyo al desarrollo en el extranjero de las PYMES de JICA - Proyecto de difusión y Demostración -

Nombre del proyecto : "Proyecto de difusión y demostración" de la producción de combustible seco de lodos utilizando tecnología de tratamiento de secado de lodos orgánicos

Empresa : Earth Corporation Co.ltd

Descripción del proyecto : Eficacia del combustible de lodos al transferir la tecnología de secado y granulación de lodos de aguas residuales, etc. en la planta de producción de combustible de lodos (equipos de secado) y producir combustible de lodos a la contraparte (SEDAPAL) proyecto de demostración y difusión destinado a la adquisición y demostración de la tecnología de producción para la producción de combustible de lodo. Reducir el costo y la carga de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales de SEDAPAL al reducir el volumen de lodos y promover su uso como combustible.

### Resumen de las actividades de proyectos de difusión y demostración

#### ■ funcionamiento de la instalación de secado

- Para comprobar el lodo de aguas residuales que se ha dado de sí es posible proceso de secado.
- Transferencia de tecnología de operación y gestión de pequeños secadores.
- Cálculo de un costos de tratamiento de secado (también estima que si el GLP).
- Sentir la eficacia del proceso de secado (rápido e higiénico).

#### ■ Verificación de la efectividad del secado

- Analizar el rendimiento del combustible, el rendimiento del fertilizante y la nocividad de los lodos secos (verificación cruzada con Japón) para evaluar si es adecuado para el reciclaje o la reducción de volumen.
- Probar los lodos secos en una empresa cementera y evalúe su eficacia como combustible

En el curso de las actividades del proyecto piloto, responderemos a las inquietudes de los equipos e instalaciones necesarios para el tratamiento y el reciclaje de residuos y tratamiento de lodos.



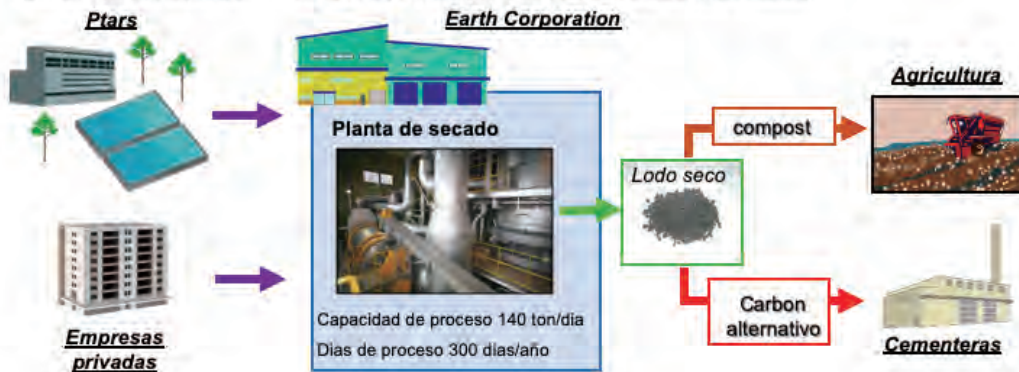
## Empresa Earth Corporation

Procesa y recicla diversos tipos de residuos, como residuos orgánicos (lodos, residuos animales y vegetales, etc.) y residuos inorgánicos (lodos, residuos, residuos de minería).

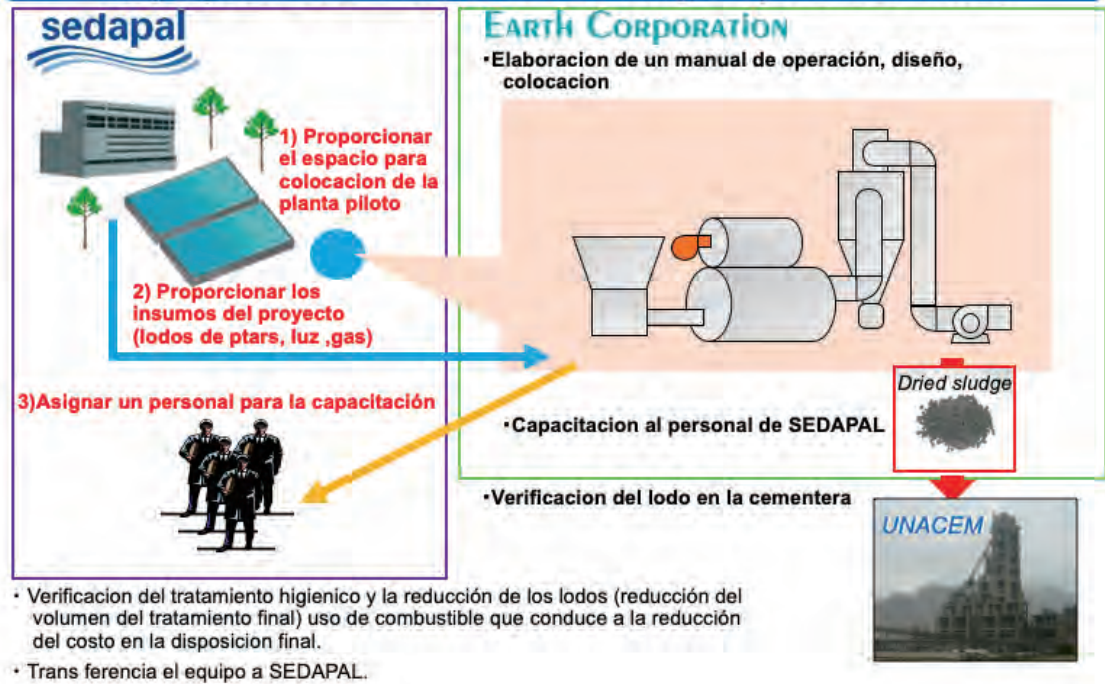
En especial, dentro de Japón es una de las empresas con mayor escala y conocimientos en el tratamiento y reciclaje de lodos orgánicos, como los lodos de ptars y los lodos industriales, se procesan lodos de ptars de dentro y fuera de la prefectura de Toyama.

Es la primera empresa con una certificación nacional de la JIS (JAPAN INDUSTRY STANDARD) de combustible solidificado a partir de la carbonización y el secado con lodo de aguas residuales como principal materia prima.

(Número de certificación : TC0417 JIS Z 7312 proceso de combustible alternativo)



## Rol y cooperación de SEDAPAL en relación con la implementación del proyecto de transferencia tecnológica y demostración.



## Planta piloto de demostración

- Es un dispositivo eficiente porque utiliza el poder del viento para secar y descargar los lodos. Debido a que el lodo seco es transportado por el viento, el tamaño de la partícula, la calidad y la humedad se mantiene uniforme.
- La cantidad de lodo procesado por secado también varía dependiendo de la naturaleza del lodo (contenido de agua, viscosidad, etc.), por lo que el procesamiento con el secador proporcionaría cifras precisas.



*Planta piloto (Ptar Santa Clara)*

## Méritos del secado de lodos y producción de energética

Ejemplos de los méritos de secado de lodos.

### ① reducción de los costos logísticos debido a reducción de la masa .

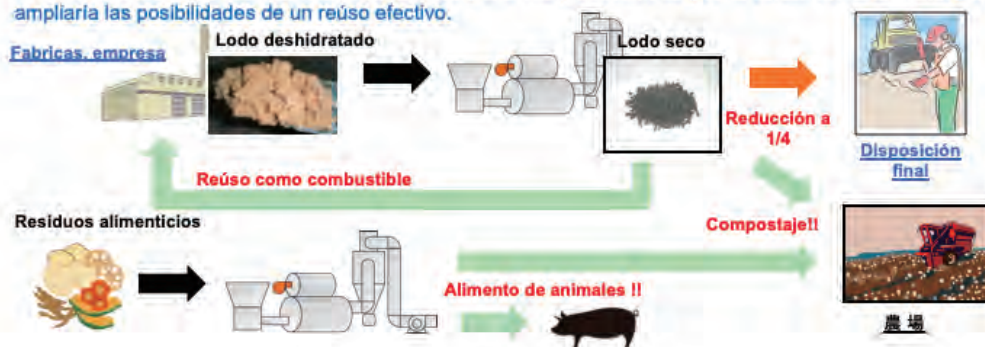
⇒El costo de reducir el volumen de lodos a transportar a la disposición final y el número de vehículos.

### ② La reutilización como combustible alternativo reduciría los costos energéticos y a su vez reduciría los lodos para disposición final

⇒Los Lodos procesados se podrían utilizar como combustible alternativo al carbón que llevaría a una reducción en los costos.

### ③ Otros usos

⇒En caso los lodos sean de restos alimenticios, una vez procesado se podría utilizar como alimento y esto ampliaría las posibilidades de un reúso efectivo.





## Estimación de los costos de procesamiento

No. 1

La Planta piloto (Eficiencia de proceso máximo 240kg/h, GLP) Con el monitoreo del consumo eléctrico y consumo de gas tenemos como resultado el siguiente costo.

	Santa Clara	Pulpa de papel	平均值
Tiempo de proceso (h)	4 horas	40 minutos	
Volumen del lodo procesado (kg)	450	170	
Volumen de proceso por hora (kg/h)	112.5	255	
<b>Costo eléctrico (\$) *1</b>		<b>0.67</b>	
Consumo (kWh)	48.6	7.5	
Volumen (kW)	12.15	11.2	
<b>Combustible *2 (\$) </b>		<b>23.2</b>	
LPG使用量 (m3)		5.97	
(m3/h)		8.955	
処理費 (\$ / kg)		0.026	

\*1 Datos del consumo eléctrico  
Según la oficina de JICA el costo sería de 0.06 \$/kWh.

\*2 Datos del consumo de combustible  
Cálculos de costo ⇒ 1 gal(liquid) = 0.94m3(gas)  
 $2.43 (\$/gal(liquid)) / 0.94 (m3(gas) / gal(liquid)) = 2.59 \$ / m3(gas)$

## Estimación de los costos de procesamiento

No. 2

### Condiciones de cálculo

- ① Volumen de generación de lodos 24 ton/día
- ② Humedad de lodos 80%
- ③ Reducción de la humedad porcentual por el proceso de secado 75%
- ④ Costo de disposición final 30 \$/ ton
- ⑤ Volumen de transporte por camion 8 ton (m<sup>3</sup>)/camion
- ⑥ Costo por camion 30 \$/camion

※Los costos fueron proporcionados cuando se hicieron las investigaciones preliminares para el proyecto



### En caso no se procese

#### Costos de disposición final actual

- Costo de transporte 30 (\$/dia) x 3 (camiones) = 90 \$
- Costo de disposición final 30 (\$/ t) x 24 (t) = 720 \$

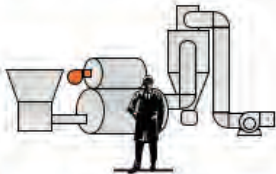
Disposición final de lodos : \$810.00

## Estimacion de los costos de procesamiento

No. 2

A partir del costo del secador piloto (rendimiento de 240 kg / h, usando GLP) instalado en SEDAPAL, calcularemos el costo de procesamiento con gas natural.

### Planta piloto



Operador	1
Capacidad de proceso	255 kg/h
Volumen de consumo de gas	8.955 Nm <sup>3</sup> /h (LPG)
Volumen de electricidad	11.2kW

### Costo necesario para la máquina de secado

- Volumen de procesamiento de lodos  
 $255 \text{ (kg/h)} \times 10 \text{ (h/día)} = 2.55 \text{ t/día}$  ※para un calculo mas facil se coloco 10 horas de trabajo continuo.
- Operador  
 $25 \text{ (\$/persona} \cdot \text{ día)} \times 1 \text{ (persona)} = \underline{25 \text{ \$/ día}}$  ※mesual 500\$,mes a 20 dias de trabajo.
- Volumen de GLP  
Calculo de consumo  $\Rightarrow 1 \text{ gal(líquido)} = 0.94\text{m}^3\{\text{gas}\}$   
 $8.42 \text{ (Nm}^3\text{/h)} / 0.94 \text{ (m}^3\{\text{gas}\} / \text{gal(líquido)}) \approx 8.95 \text{ gal(líquido)/h}$   
 $2.59 \text{ (\$/gal(líquido))} \times 8.95 \text{ (gal(líquido)/h)} \times 10 \text{ (h/día)} = \underline{232 \text{ \$/día}}$
- Energia electrica  
 $11.2 \text{ (kW)} \times 10 \text{ (h/día)} \times 0.06 \text{ (\$/kWh)} = \underline{6.72 \text{ US\$/día}}$

Total del consumo 263.7 US\$/día

### ●Costo de procesamiento de una tonelada de lodo

$$263.7 / 2.55 = \underline{103.3 \text{ \$/ ton} \cdot \text{ día}}$$

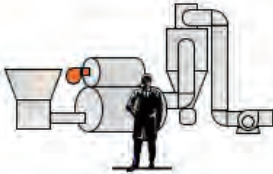


## Estimacion de los costos de procesamiento

No. 3

La conversión en el caso de utilizar el gas natural

### Planta piloto



Operario 1  
 Capacidad de proceso 255 kg/h  
 Volumen de consumo 8.955 Nm<sup>3</sup>/h (LPG)  
 Consumo de eléctrico 11.2 kW



Operario 1  
 Capacidad de proceso 240 kg/h  
 Volumen de consumo 22.9 Nm<sup>3</sup>/h (LNG)  
 Consumo eléctrico 15 kW

### Costo necesario para la planta

- Volumen de procesamiento de lodos  
 $255 \text{ (kg/h)} \times 10 \text{ (h/día)} = 2.55 \text{ t/día}$  ※ para un calculo mas facil se coloco 10 horas de trabajo continuo.
- Operador  
 $25 \text{ (\$/persona} \cdot \text{ día)} \times 1 \text{ (persona)} = 25 \text{ \$/ día}$  ※ mensual 500\$, mes 20 días de trabajo
- Gas Natural  
 Calidda GAS NATURAL DEL PERU  
 Uso mensual 331~17,500 m<sup>3</sup> : 0.071(\$/m<sup>3</sup>)  
 $0.071 \text{ (\$/m}^3\text{)} \times 19.7 \text{ (Nm}^3\text{/h)} \times 10 \text{ (h/día)} = 13.9 \text{ \$/día}$
- Electricidad  
 $11.2 \text{ (kW)} \times 10 \text{ (h/日)} \times 0.06 \text{ (\$/kWh)} = 6.72 \text{ US\$/día}$

Total del consumo **45.72 \$/diario**

### ●Costo de procesamiento de una tonelada de lodo

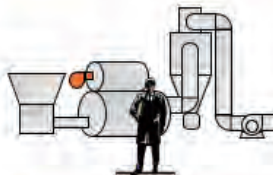
$$45.7 / 2.55 = 17.9 \text{ \$/ t} \cdot \text{ día}$$

## Estimacion de los costos de procesamiento

No. 4

Tratamiento de 24 ton de lodos

### Planta de secado



Operario 1名  
 Volumen a tratar 24 t/日 (1 t/h)  
 Uso de GLP por tonelada de lodo.  
 $(19.7 \text{ Nm}^3 / 0.255 \text{ t}) = 77.3 \text{ Nm}^3\text{/t}$   
 使用電氣量 112 kW

### Costo necesario para la planta

- Operador  
 $25 \text{ (\$/persona} \cdot \text{ día)} \times 1 \text{ (persona)} = 25 \text{ \$/ día}$  ※ mensual 500\$, mes 20 días de trabajo
- Volumen de GLP  
 $0.071 \text{ (\$/m}^3\text{)} \times 77.3 \text{ (Nm}^3\text{/t)} \times 24 \text{ (t/día)} = 131.7 \text{ \$/día}$
- Electricidad  
 $112 \text{ (kW)} \times 24 \text{ (h/日)} \times 0.06 \text{ (\$/kWh)} = 161.3 \text{ US\$/día}$

Total del consumo **318 \$/día**

### ●Costo de procesamiento de una tonelada de lodo

$$318 / 24 = 13.25 \text{ \$/ t} \cdot \text{ día}$$

Medición de humedad

### Costo necesario para disposicion final

- Volumen de generacion de lodos  $24 \text{ (t/día)} \times 33\% = 7.92 \text{ t}$
  - Costo de traslado  $30 \text{ (\$/camion)} \times 1 \text{ (camion)} = 30 \text{ \$}$
  - Costo de disposicion final  $30 \text{ (\$/ t)} \times 7.92 \text{ (t)} = 238 \text{ \$}$
- Total del consumo **268 \$/día**

### Costo del tratamiento de secado por 24 t de lodos

$$318 + 268 = 586 \text{ \$}$$

Medición de humedad	Agua	Materia
Antes (70%)	70 kg/100Kg	30
Después (10%)	3.3/100Kg	30



## Resultados de análisis de los lodos

Resultado del análisis realizado por Earth Corporation en Japón

Lugar de la muestra : PTAR Santa Clara (25 de abril 2019)

Ítem de análisis	Resultados	referencias
Porcentaje de humedad	28.1%	
Porcentaje de cenizas	36.8%	
Valor calorífico bajo (J/g) (wet)	9,797	
Valor calorífico bajo (cal/g) (dry)	2,341	※ 1 cal = 4.186 Jにて換算
Valor calorífico bajo (J/g) (wet)	13,420	
Valor calorífico bajo (cal/g) (dry)	3,206	※ 1 cal = 4.186 Jにて換算
Carbono 炭素 (%)	31.3	
Hidrógeno 水素 (%)	4.1	
Nitrógeno 窒素 (%)	4.7	
Azufre 硫黄 (%)	0.087	
Potasio カリウム (%)	0.088	K <sub>2</sub> O状態として計算
Fósforo リン (%)	0.343	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 状態として計算

Según los resultados obtenidos la materia inorgánica (porcentaje de cenizas) es alta y el poder calorífico es bajo no se podría utilizar como combustible.

## Lodos de pulpa de papel



Porcentaje de humedad de lodos procesados



Porcentaje de humedad de lodos sin procesar



MISURTA MUV

## Lodos de Ptar Santa Clara



Porcentaje de humedad de lodos sin procesar



Porcentaje de humedad de lodos procesados

### Contenido de las actividades de demostración y difusión.

#### ① Vistas de demostración

Se realizarán visitas para ver la planta piloto en funcionamiento.

El periodo del proyecto comprende a 4 visitas ( por cada visita son 6 días de pruebas).

#### ② Tratamiento del lodo

Se podrán recibir lodos de otras empresas para poder procesarlos sin afectar la ejecución del proyecto.

La cantidad a procesar de lodos (un cilindro de 200L), pero antes de procesarlo se definirá si es válido o no el lodo a procesar.

Los interesados tendrán que costear el traslado del lodo a procesar y traslado del lodo procesado. Para el proceso no es necesario un pago adicional, solo pediríamos que los resultados obtenidos se escriban en los informes a JICA.

#### ③ Análisis de los lodos

Los análisis se basan bajo la normativa de Japón (los que deseen el análisis tendrán un costo adicional) en base a este análisis se podrá ver la utilidad del lodo y volumen de reducción.

El contenido del análisis servirá también para determinar la toxicidad del lodo, poder calorífico, reducción de volumen y valor de compostaje.

#### **Contacto:**

Earth Corporation Peru (Esteban Higuchi Toyama)

Phone : +81-939-177-026

E-mail : earthcorporationperu@gmail.com

別添:

乾燥プラント配置図 (サンタクララ排水処理場)

