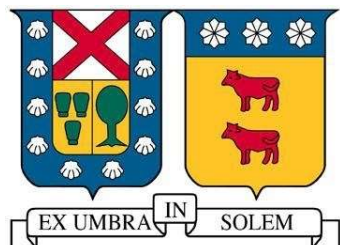


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA COMERCIAL
SANTIAGO – CHILE



**MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL
PROCESO PRODUCTIVO DE LAS PLANTAS DE
ARIDOS**

JUAN FRANCISCO KÖNIG WINKLER

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN GESTION
EMRESARIAL**

PROFESOR GUÍA: PhD(c). HUGO OSORIO Z

OCTUBRE - 2017

Resumen

Con la entrada en vigencia de la Ley de Responsabilidad Extendida al Productor (Ley REP) N°20.920, genera un cambio importante en cómo se han estado gestionando los residuos en el país. En el presente trabajo se explicará su funcionamiento, los impactos, riesgos y posibles oportunidades que este cambio en la legislación trae a las empresas.

Planta de Áridos Lo Blanco pertenece a la empresa Áridos Aconcagua SA-Cementos BSA es participante del mercado de la construcción en Chile. Está dedicada a la producción de áridos de calidad y es responsable de abastecer a las planta de hormigones premezclados de Cementos BSA en la Región Metropolitana. De ahí la importancia que tiene para la compañía estar preparando ante cualquier cambio regulatorio.

Es preponderante que la empresa cuente con un modelo de gestión para sus residuos, que le permita disminuir los riesgos y generar ventajas competitivas. El modelo generado se basa en los modelos de Estrategia Jerarquizada y Economía Circular, los que van de la mano con la Ley REP. El método aplicado es el Lean Canvas de Ash Maurya, el cual nos permite visualizar y enfocar nuestro problema en el producto, buscando un modelo innovador y viable.

El modelo está enfocado en la gestión del principal residuo generado en las plantas de áridos, las Borrás. En este sentido la propuesta concreta es reducir, reutilizar y reciclar este residuo, para esto se propone dos soluciones con su respectiva evaluación económica. Donde la solución más viable es la aplicación de una nueva tecnología, el Filtro Prensa. La cual permite reducir en un 60% el volumen generado.

Esta solución, proyectada a 10 años, arroja un VAN de \$330 MM CPL y una TIR del 28%. Considera ventajas competitivas como la recuperación y reutilización de agua, mayor disponibilidad de metros cuadrados en planta y disminución de CO2 liberado al medio ambiente.

Tabla de contenidos

• **Tablas**

Tabla 1 Volúmenes y Costos Promedio	13
Tabla 2 Costos asociados a la gestión de Borrás por mes, Año 2016.	16
Tabla 3 Costos asociados a botaderos utilizados por Planta Lo Blanco	17
Tabla 4 Flujo de Caja con proyecto filtro prensa.	38
Tabla 5 Flujo de Caja proyecto arriendo de terreno.	38
Tabla 6 Calculo Van, TIR y Payback.	39
Tabla 7 Emisiones de CO2 por transporte sin modelo y con modelo.	40
Tabla 8 Reducción de CO2 y Valorización Anual.	41
Tabla 9 Volumen de agua reutilizada en proceso productivo valorizada.	41
Tabla 10 Área liberada y valorizada.	41
Tabla 11 Diferencia en resultado Situación Actual vs Situación Propuesta.	44
Tabla 12 Flujo de Caja con proyecto y valorizaciones.	45
Tabla 13 VAN, TIR y Payback.	45
Tabla 14 Costos asociados a Botaderos utilizados por Planta Lo Blanco	55
Tabla 15 Costos en servicios de gestión de residuos año 2016	55
Tabla 16 Proyección de producción y generación de borra con y sin proyecto, en metros cúbicos.	64
Tabla 17 Proyección de costos actuales sin proyecto, en millones de pesos.	64
Tabla 18 Proyección de costos del proyecto, en millones de pesos.	64
Tabla 19 Proyección de depreciación.	64
Tabla 20 Flujo de caja proyecto filtro prensa.	65
Tabla 21 Inversión Filtro Prensa	66
Tabla 22 Gastos de Montaje	66
Tabla 23 Costos de Operación Filtro Prensa	66
Tabla 24 Proyección de producción y generación de borra con y sin proyecto, en metros cúbicos.	67
Tabla 25 Proyección de costos actuales sin proyecto, en millones de pesos.	67
Tabla 26 Proyección de costos del proyecto, en millones de pesos.	67
Tabla 27 Proyección de depreciación.	67
Tabla 28 Flujo de caja proyecto arriendo terreno para piscinas.	68
Tabla 29 Gastos de Montaje	68
Tabla 30 Costos de Operación Filtro Prensa	69
Tabla 31 Comparación costos de operación distintas propuestas.	70
Tabla 32 Flujo de caja considerando recuperación de agua, disminución de CO2 y liberación de terreno.	71

• **Ilustraciones**

Ilustración 1 Residuos generados en Planta Lo Blanco	12
Ilustración 2 Diagrama Gestión Actual de las Borrás	13
Ilustración 3 Problemas que presenta la gestión actual de Borrás en Planta Lo Blanco.	14
Ilustración 4 Botaderos Autorizados en Región Metropolitana	15
Ilustración 5 Planta Lo Blanco y Piscinas de Borra.	18
Ilustración 6 Piscinas de decantación y recuperación de aguas	23
Ilustración 7 Filtro prensa en planta de áridos Marraque, Almeria España y filtro prensa Ampmineral	24
Ilustración 8 Esquema de generación y tratamiento de lodos.	27

Ilustración 9 Modelo Gestión Aguas Residuales	28
Ilustración 10 Estrategia Jerarquizada y Mejores Técnicas Disponibles (MTD)	30
Ilustración 11 Regla de las 3R extendida	31
Ilustración 12 Modelo actual de gestión.	31
Ilustración 13 Diagrama del Modelo de Economía Circular	32
Ilustración 14 Lienzo y resumen modelo Lean Canvas	35
Ilustración 15 Modelo Lean Canvas, Gestión de Residuos Planta Lo Blanco.	36
Ilustración 16 Modelo de Gestión Borra en Planta de Áridos, instalación de filtro prensa.	39
Ilustración 18 Diagrama Planta Áridos típica en Software Aggflow.	52
Ilustración 19 Proceso productivo y generación de borras.	53
Ilustración 20 Planta Lo Blanco y Piscinas de Borra	54
Ilustración 21 Problemas que se presentan en la gestión actual de las Borras en Planta Lo Blanco.	56
Ilustración 22 Residuos generados en planta de áridos Lo Blanco	58

- **Gráficos**

Gráfico 1 Destino final de los Lodos en España año 2012.	28
--	----

Índice

1. INTRODUCCIÓN	6
2. ORIGEN Y PROPOSITO DEL ESTUDIO	7
3. OBJETIVOS	8
4. ALCANCE DEL ESTUDIO.....	9
5. METODOLOGIA DEL TRABAJO	10
6. ESTADO DEL ARTE.....	11
7. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	34
8. CONCLUSIONES	47
9. BIBLIOGRAFIA	49
10. ANEXOS.....	51
10.1. Anexo I - Descripción del Proceso Productivo	51
10.2. Anexo II - Tipos de Residuos, Clasificación y Legislación.	57
10.3. Anexo III – Detalle de Proyectos	64

1. INTRODUCCIÓN

Para que el país siga creciendo de manera sostenible acercándose al desarrollo, es necesario que se sigan adoptando los estándares presentes en los países industrializados. La aplicación de estos estándares va de la mano de un desarrollo sustentable, esto significa que exista armonía entre el medio ambiente y sus habitantes. Estos conceptos hace algún tiempo ya son parte del sector de la Construcción y cada vez van tomando más fuerza, interiorizándose en todas las áreas que lo constituyen.

Toda obra o proyecto a realizar en el sector de la Construcción requiere de insumos naturales, los cuales mediante procesos productivos se transforman en materias primas. Entre estas materias primas las más significativas por los volúmenes involucrados, son el fierro, el cemento, el hormigón y las mezclas asfálticas. Estas últimas dos, requieren como principal componente un material pétreo no renovable conocido como árido, que mezclado con cemento o bitumen asfáltico adopta características de resistencia que le permite ser uno de los principales materiales utilizados en la construcción.

Dada la importancia de este insumo, es preponderante que el desarrollo de la Industria del Árido vaya de la mano con el crecimiento de los demás sectores industriales cumpliendo todas las normativas y estándares vigentes, esto para permitir desarrollar y ejecutar proyectos a largo plazo con una rentabilidad y sustentabilidad en el tiempo.

Por esto, las empresas de la construcción dedicadas al rubro del hormigón y el asfalto han optado por darle cada vez mayor importancia al proceso productivo de los áridos, aumentando las exigencias de calidad de los productos terminados. El aumento en la producción y de los estándares de calidad deben ir de la mano con el cuidado del medio ambiente. Para esto se hace preponderante que las plantas procesadoras de áridos cuenten con un modelo de gestión para sus residuos. Con el objeto de poder disminuir su generación, fomentar su reutilización, reciclaje y valoración.

2. ORIGEN Y PROPOSITO DEL ESTUDIO

Con la entrada en vigencia de la Ley N°20.920 Gestión de Residuos y la Responsabilidad Extendida del Productor y el Fomento al Reciclaje, la empresa debe estar preparada para los impactos que esta produzca o las posibles oportunidades que se generen.

Esta nueva Ley ya está afectando a muchas empresas, y bajo este escenario se genera la oportunidad de desarrollar un modelo de gestión que permita preparar a la organización ante los distintos cambios.

Este cambio en la legislación obliga a las empresas a Jerarquizar el manejo de sus residuos, promoviendo la Prevención, Reutilización, Reciclaje, Valorización y en último caso la Eliminación.

Tiene como objetivo convertir a las empresas en entes mucho más sostenibles sin impacto en el medio ambiente, buscando una producción de bienes y servicios de manera sostenible, reduciendo el consumo, el tiempo, las fuentes de energía y los desperdicios.

Esto forma parte de la necesidad de que Planta Lo Blanco cuente con un modelo de gestión de residuos eficiente que prepare a la organización para los cambios en el entorno y que permita visualizar oportunidades para disminuir la generación y costos, fomentar su reutilización y/o poder generar valor de estos residuos.

3. OBJETIVOS

3.1.Objetivo General

Desarrollar un modelo que permita gestionar los residuos de un proceso productivo de tal forma de generar valor: caso aplicado Planta de Áridos.

3.2.Objetivos Específicos

- Realizar un levantamiento y conocer la situación actual de la gestión de los residuos productivos de la industria de los áridos, analizando los volúmenes generados y como son gestionados.
- Realizar un análisis de los distintos modelos existentes referentes a la gestión de residuos similares y con esto poder generar un modelo que se adecue a las necesidades de la empresa.
- Proponer un modelo de gestión que vaya de la mano con la nueva legislación y que permita disminuir la generación, fomentar su reutilización y determinar una valorización de estos residuos.

4. ALCANCE DEL ESTUDIO

El rango del alcance de este trabajo considerará la etapa de levantamiento de información, análisis y diseño de un modelo de gestión. Este modelo será efectuado en la planta de áridos Lo Blanco perteneciente a la empresa Áridos Aconcagua S.A, que se encuentra ubicada en la comuna de San Bernardo, Región Metropolitana. Esta planta es responsable de abastecer con áridos a todas las plantas de hormigón de Cementos BSA de Región Metropolitana.

Este trabajo es descriptivo, y considerara el proceso productivo desde la explotación hasta el producto terminado. Si bien el alcance será enfocado para planta Lo Blanco, el modelo de gestión a desarrollar aplica para las demás plantas de la División de Áridos y podría servir como base para la aplicación en las pantas de otras divisiones.

El desarrollo se enfocara en el principal residuo generado en las planta de áridos, las Borrás. Para este caso, se revisarán los factores críticos que influyen explotación y producción, la legislación vigente, los tipos de gestión existentes, localización y limitaciones de los puntos de disposición final, además de variaciones en factores tanto internos como externos (personal, administración, competidores, proveedores, compradores, sustitutos, etc.)

5. METODOLOGIA DEL TRABAJO

Para la evaluación y realización de este trabajo se hará un levantamiento de la situación actual en relación a la gestión de los residuos productivos de la industria de los áridos. Para esto se comenzará con una descripción de la empresa, su proceso productivo y todo elemento importante para el desarrollo del estudio. Luego se analizarán cuáles son los residuos generados y cómo se realiza la gestión de estos en la empresa. Para esto se utilizará diagramas de flujo, organigramas y toda la información disponible.

Se hará una revisión del estado del arte actual, tanto a nivel nacional como internacional, para que con esta información se pueda realizar un análisis entre lo existente y lo requerido. Esto mediante la utilización textos, papers y presentaciones relacionados al manejo de residuos en plantas de áridos o en otras industrias que generen residuos similares, con el objeto de buscar las mejores técnicas disponibles tanto en el país como a nivel mundial.

Con toda la información recopilada, se diseñará una propuesta de modelo de gestión para el residuo “Borra” que permita a la empresa generar valor y estar preparada para cumplir con los cambios en la legislación medioambiental. El modelo de gestión considerara la entrada en vigencia de la nueva Ley 20920, Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje¹, vigente desde el 01 de junio del 2016, para que nuestro modelo vaya de la mano con la nueva legislación, permitiendo disminuir la generación de los residuos, encontrar formas de fomentar la reutilización y proponer posibles opciones para valorizar los residuos.

¹ Portal Ministerio del Medio Ambiente <http://portal.mma.gob.cl/ley-de-fomento-al-reciclaje/>

6. ESTADO DEL ARTE

En el país el proceso para producción de áridos en general es el mismo para grandes, medianas y pequeñas empresas. El tamaño de las plantas y su cantidad de equipos dependerán de los requerimientos de los distintos clientes, por ejemplo, existen procesos productivos específicos para empresas hormigoneras, asfalteras y prefabricadoras. La gestión de los residuos en las plantas de áridos actualmente está enfocada en dar cumplimiento al estándar mínimo solicitado por legislación vigente. La cual se enfoca en el común de los residuos generados en la mayoría de las industrias, como los Residuos Peligrosos (las grasas, los aceites, las baterías y el combustible) y los Residuos Domiciliarios (desechos de casinos y comedores). Para estos tipos de residuos existen un número importante de empresas especializadas y certificadas que se dedican a su gestión como Bravo Energy, Vía Limpia, Texinco entre otras.

Pero dentro del proceso productivo también se genera otro tipo de residuo que representa aproximadamente el 99% del volumen y costos asociados. Este residuo en la industria de los áridos se denomina como Borrás, es un material compuesto por limos, arcillas y agua que es resultado del proceso de lavado del material (descripción del proceso productivo en ANEXO I). Este residuo en particular no cuenta con una clasificación determinada, en la industria tampoco existe un plan de manejo establecido y no existe una normativa que lo regule. Esto ha implicado que todas las empresas realicen la disposición final de este residuo de distintas formas, sin tomar en cuenta la gran cantidad de recursos que se incurre en su manejo y sin detenerse a analizar mejoras en reducción de costos o los posibles riesgos que se corren con los cambios en la legislación medioambiental.

6.1. Situación Actual y antecedentes cualitativos y cuantitativos

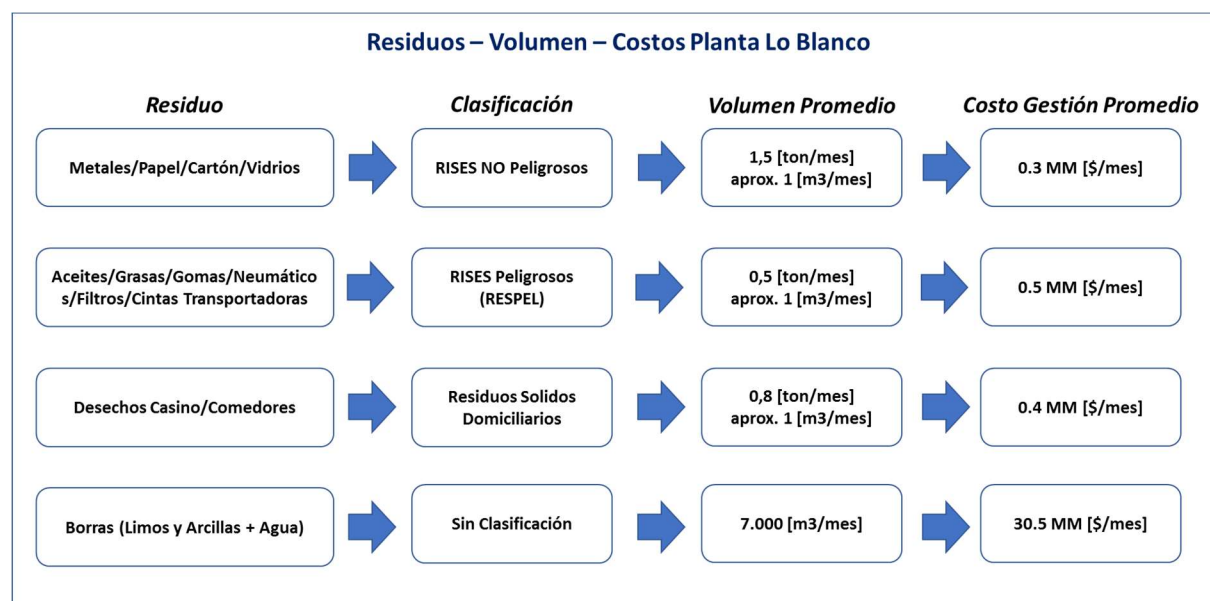
Planta Lo Blanco pertenece a la empresa Áridos Aconcagua S.A del Grupo Hurtado Vicuña, se encuentra ubicada en la comuna de San Bernardo, Región Metropolitana. Esta planta es responsable de abastecer con áridos de calidad a todas las sucursales de hormigón de Cementos BSA en la Región Metropolitana.

Planta Lo Blanco produce mensualmente 70.000 [m³/mes] de áridos terminados compuesto por Arena, Gravilla y Grava. Del proceso productivo (ver proceso productivo en

Anexo I) se generan distintos tipos de residuos, domiciliarios, solidos industriales peligrosos y no peligrosos. Los que están representados en la Ilustración n°1 y Tabla n°1, donde se indica el tipo de residuo, el volumen generado y los costos promedio de gestión por mes.

La mayoría de los residuos generados cuentan con una clasificación medio ambiental, lo que permite que existan empresas que se dedican a la gestión de estos residuos. Por ejemplo, para los Residuos Industriales Solidos (RISES) no peligrosos y los Residuos Domiciliarios se utiliza la empresa Texinco Ltda. y para los RISES peligrosos se utiliza a la empresa Via Limpia SpA. Los residuos compuestos por metales y fierros son tratados de forma diferenciada, debido a existe un pequeño mercado, que permite que sean vendidos por kilo. Pero para el caso de las Borrás no existe una clasificación medio ambiental determinada, no existe legislación que la regule y tampoco existe una empresa que la gestione. Esto sumado al gran volumen generado y los altos costos incurridos en su gestión, obliga a la empresa a prestarle atención. En Ilustración n°1 se presentan los tipos y volúmenes de residuos generados en Planta Lo Blanco.

Ilustración 1 Residuos generados en Planta Lo Blanco



Fuente: Elaboración propia, datos Áridos Aconcagua S.A.

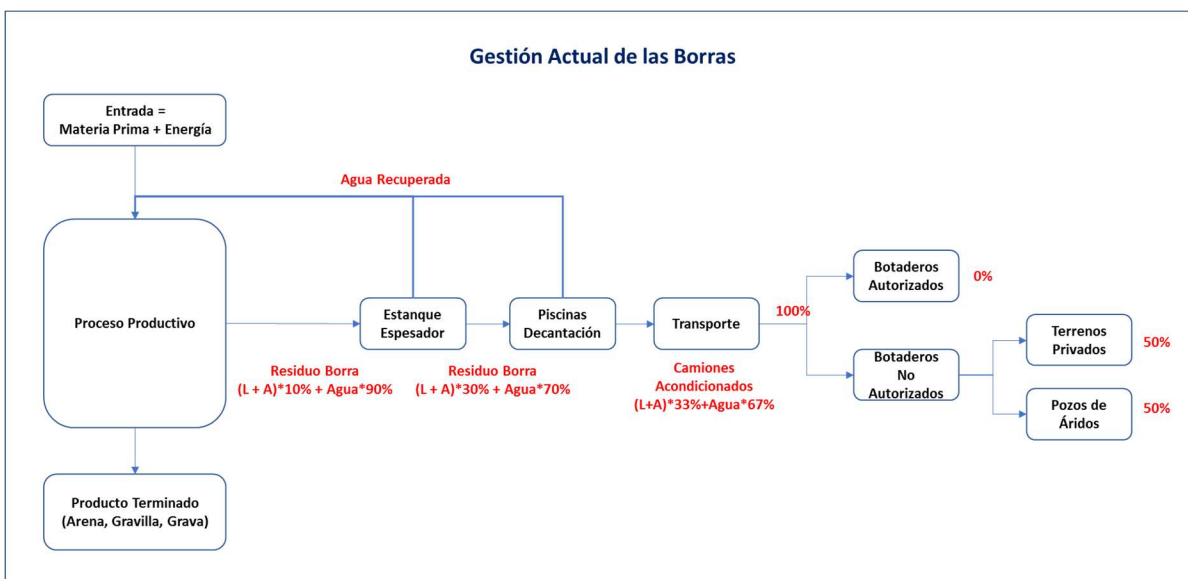
Tabla 1 Volúmenes y Costos Promedio

	Volumen [m3/mes]	%	Costos Gestión [\$MM/mes]	%
RISES no peligrosos	1	0.01%	0.3	0.95%
RISES Peligrosos	1	0.01%	0.5	1.58%
Residuos Domiciliarios	1	0.01%	0.4	1.26%
Borras	7000	99.96%	30.5	96.21%
Total	7003	100.00%	31.7	100.00%

Fuente: Elaboración propia, datos Áridos Aconcagua S.A.

Las Borras son una mezcla de limos, arcillas y agua, son generadas en el proceso de lavado de los áridos donde el resultado es un lodo o residuo semi líquido. El caso de Planta Lo Blanco es excepcional en la industria de los áridos, ya que en general las demás empresas cuentan con terrenos de grandes dimensiones donde generan acopios esperando su secado, para luego ser manipulado en estado sólido y trasladado a disposición final. Pero las instalaciones de Planta lo Blanco se encuentran en un área limitada lo que la ha obligado a gestionar la Borra en estado líquido, en ilustración n°2 se pude observar un diagrama de flujo de la gestión Borra.

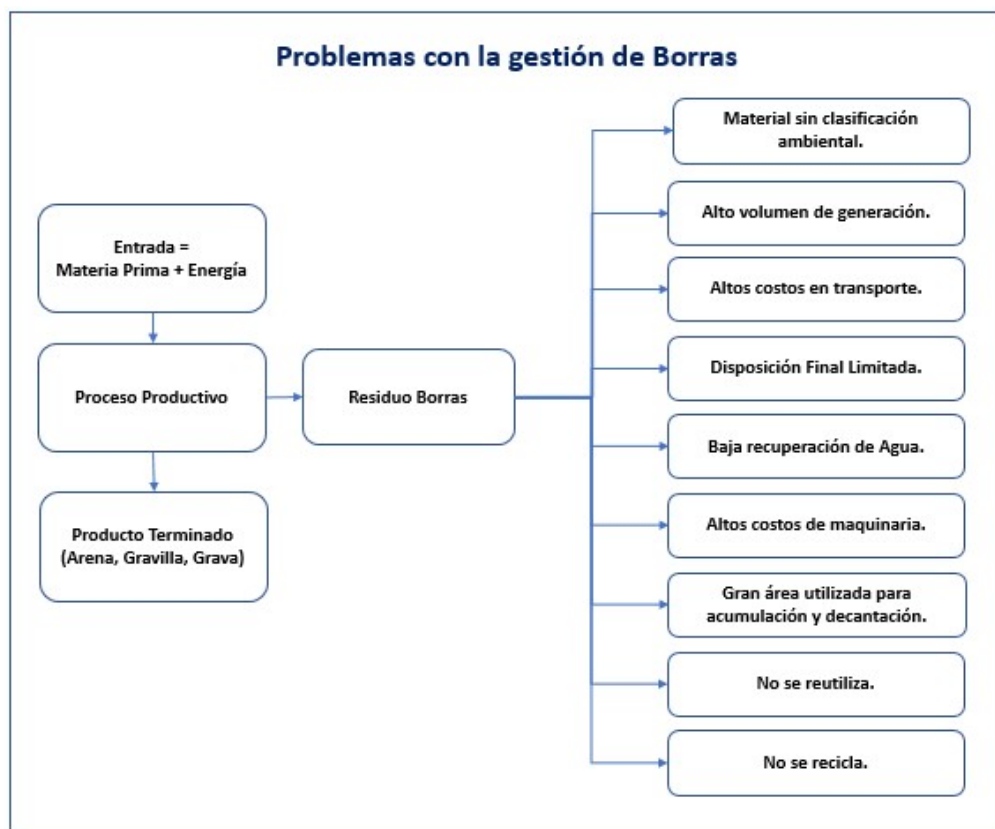
Ilustración 2 Diagrama Gestión Actual de las Borras



Fuente: Elaboración propia, datos Áridos Aconcagua S.A.

Esta forma de gestión genera problemas importantes para la planta, los cuales se presentan en la Ilustración n°3 y son explicados a continuación.

Ilustración 3 Problemas que presenta la gestión actual de Borrás en Planta Lo Blanco.



Fuente: Elaboración propia, datos Áridos Aconcagua S.A.

Residuo sin clasificación

Actualmente las Borrás no cuentan con clasificación medioambiental Borrás, ya que estas no quedan catalogadas como Residuos Peligrosos debido a que no contiene elementos contaminantes (D.S. 148), tampoco se encuentra un residuo similar en el listado del Artículo 90 del DS N°148 - Lista B- Residuos No Peligrosos y tampoco dentro de la clasificación de RILES ya que esta está enfocada a los desechos que son vertidos de forma líquida pero que contienen de metales pesados, vectores sanitarios y alto material orgánico. Al no contar con una clasificación, existe el riesgo permanente de una fiscalización de la Superintendencia de

Medio Ambiente la cual pueda generar multas y cierres de la operación.(Anexo II Tipos de Residuos, Clasificación y Legislación)

Disposición Final

En la Región Metropolitana existe un número importante de botaderos de escombros y residuos de la construcción que habilitados por el Ministerio de Salud ver listado de Actividades autorizadas para la disposición de Residuos de la construcción y escombros en la ilustración n°4. Pero estos botaderos no permiten la gestión de residuos líquidos.

Ilustración 4 Botaderos Autorizados en Región Metropolitana²



ACTIVIDADES AUTORIZADAS PARA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y ESCOMBROS

Nº	Actividad	Dirección	Comuna	Contacto
1	REGEMAC	Troncal San Francisco Parcela 14 A	Puente Alto	3332168
2	SOCIEDAD BALTIERRA S.A.	Elisa Correa Parcela 14 B	Puente Alto	2884288
3	SEMOT LTDA.	Troncal San Francisco N° 3936	Puente Alto	2897173
4	POZO AEROPUERTO AMB	Umbral 35 L Segunda Pista Aeropuerto AMB	Pudahuel	3332168
5	IDEA CORP S.A.	Camino Catemito S/Nº Parcela N° 6	San Bernardo	09-0207275
6	SOC. PETREOS S.A.	Camino Rinconada N° 10500	Padre Hurtado	6858000
7	CERROS DE RENCA	Américo Vespucio N° 1701	Quilicura	3666700
8	RINCONADA S.A.	Fundo Los Pidenes Km. 3 Camino Rinconada de Maipú	Maipú	09-0017234
9	MARGA MARGA S.A.	Predio perteneciente al Fundo Lepanto, Camino Padre Hurtado S/Nº	San Bernardo	8571655
10	SOC. AGRICOLA PIZARRO LTDA	Camino Macul Parcelas 23 y 24	Pirque	07-7994463
11	NEXO RESIDUOS LTDA.	Camino Campo Alegre S/Nº, Lote 2 b, Hijuelas IV	Pudahuel	2713502

Fuente: Ministerio de Salud

El no poder contar con estos puntos de disposición final, trae como consecuencia tener que optar por botaderos particulares, los cuales tienen volúmenes de recepción limitados o se encuentran a grandes distancias o tienen valores de disposición mayores. Actualmente Planta

² Fuente: Listado de actividades autorizadas para la disposición de residuos de la construcción y escombros, Ministerio de Salud.

Lo Blanco cuenta con dos botaderos habilitados para la disposición de Borrás líquidas el Botadero Las Acacias y el Botadero Rinconada de Maipú.

El Botadero Las Acacias, que es un pozo de áridos perteneciente a la Empresa Clamami Ltda. en el cual se habilitó un sector ya explotado para la disposición de este residuo. Este sector cuenta con un volumen limitado de recepción de 2.500 [m³/mes] y se encuentra a 14 [km] de planta Lo Blanco. El segundo es el Botadero de Rinconada de Maipú, pertenece a un privado. Este cuenta con un terreno con capacidad ilimitada de recepción y se encuentra a 38 [km] de planta Lo Blanco.

El mayor riesgo de Planta Lo Blanco es no contar con un botadero, esto implicaría tener que detener las operaciones por acumulación de residuos, generando quiebres de stock en el abastecimiento de áridos de las plantas de hormigón de Cementos BSA.

Costos

Gestionar residuos líquidos implica contar con camiones acondicionados especialmente para esta tarea, también se genera un traslado de residuos ineficiente debido a que un porcentaje importante del volumen es agua y no residuo. Esto sumado a la poca disponibilidad de botaderos, implica que las distancias sean mayores a lo que se podría optar con un botadero normal.

En la Tabla n°2 podemos ver los costos mensuales asociados a la gestión de Borra incurridos por Plata Lo Blanco el año 2016. Se puede ver que los costos de transporte representan un 65% del total, los de la maquinaria relacionada con el carguío un 20% y los asociados a Botadero un 15%.

Tabla 2 Costos asociados a la gestión de Borrás por mes, Año 2016.

Costos	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16	2016	%
Maquinaria \$MM	7.7	5.9	6.8	3.9	6.8	6.2	8.0	6.9	4.9	6.2	5.5	4.6	73.2	20%
Botadero \$MM	5.8	4.4	5.1	2.9	5.1	4.6	6.0	5.1	3.7	4.6	4.1	3.4	54.9	15%
Transporte \$MM	24.9	19.1	22.2	12.7	22.2	20.0	26.0	22.3	15.9	20.0	17.8	14.8	238.0	65%
Gestión de Borra \$MM	38.37	29.34	34.12	19.48	34.16	30.78	40.05	34.32	24.46	30.83	27.45	22.84	366.21	100%

Fuente: Elaboración propia, datos Áridos Aconcagua S.A.

El hecho de transportar agua, no solo hace ineficiente el transporte. También existe un volumen importante de agua perdida, que podría ser recuperada y reutilizada en el proceso productivo.

Los costos asociados a transporte y botadero utilizados en la actualidad se muestran en Tabla n°3, podemos ver que a mayor distancia menor costo de botadero pero mayor costo de transporte.

Tabla 3 Costos asociados a botaderos utilizados por Planta Lo Blanco

Botadero	Costo Botadero [\$/m3]	Costo Carguio [\$/m3]	Costo Transporte [\$/km]	Distacia [km]	Total [\$/m3]	Maximo habilitado a disponer por mes [m3]
Las Acacias	\$ 1,700	\$ 300	100	14	\$ 3,400	2,500
Maipú	\$ 700	\$ 300	80	38	\$ 4,040	100,000

Fuente: Elaboración propia, datos Áridos Aconcagua S.A.

Espacios limitados

Como Planta Lo Blanco cuenta con espacios limitados, obliga a que la gestión del residuo se realice en estado líquido. Las áreas destinadas a piscinas de recepción y acumulación de las Borrás no son lo suficientemente grandes para realizar el secado. En Ilustración n°5, se muestra una vista aérea de las instalaciones de Planta Lo Blanco, la ubicación de las piscinas de borra y las limitaciones de espacio.

Ilustración 5 Planta Lo Blanco y Piscinas de Borra.



Fuente: Fotografía, Ingegloal información de Áridos Aconcagua S.A.

Reutilización y Reciclaje

Áridos Aconcagua S.A. no cuenta con un área de Medio Ambiente que este dedicada a la gestión de los residuos, no existen políticas de reutilización y reciclaje. En la industria tampoco existe reutilización y reciclaje de este residuo, en general es utilizado como material de relleno en pozos ya explotados o enviado a botaderos.

6.2.Marco teórico del estado del Arte

No existe información sobre modelos de gestión de Borrás producida en las plantas de áridos, tanto a nivel nacional como internacional. Esto se debe en gran medida a que este residuo no contiene componentes peligrosos para el medio ambiente y a esto se suma a que no se cuenta con una legislación que fiscalice su tratamiento y disposición final. Pero para su manejo se requiere incurrir en costos de maquinaria y transporte los que hacen que su gestión sea preponderante para el resultado de la empresa.

Para poder desarrollar este capítulo, se analizará cómo afecta la Ley REP N°20920 a la industria de los áridos y como estar preparados. Luego se revisara como es gestionado este residuo a nivel nacional e internacional, se revisaran modelos de gestión de empresas que generen residuos similares. Por ejemplo, la borra tiene algún parecido los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales. Finalmente se presentarán modelos de gestión de residuos buscando rescatar las mejores prácticas para desarrollar un modelo para la gestión de las Borrás que nos permitan generar valor para la empresa.

6.2.1. Ley REP N°20920³

Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje. Tiene como objeto disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor y otros instrumentos de gestión de residuos, con el fin de proteger a las personas y el medio ambiente.

Esta nueva ley es un instrumento económico de gestión que obliga a los fabricantes de ciertos productos, a organizar y financiar la gestión de los residuos derivado de sus procesos productivos. Si bien está enfocada a productores o importadores de productos prioritarios en algún momento esta será generalizada abarcando a todos los generadores de residuos. Por esta razón es necesario tener en consideración esta nueva ley en el modelo de gestión a proponer.

Los productos prioritarios están relacionados con los siguientes elementos:

- Aceites y Lubricantes
- Aparatos eléctricos y electrónicos
- Baterías
- Pilas
- Envases y embalajes
- Neumáticos

³ Resumen ejecutivo Ley REP N°20.920, <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1090894>

Se establecen estos productos como prioritarios debido a que son productos de consumo masivo, de volumen significativo, la mayoría son residuos y son factibles de valorizar.

Lo que busca esta Ley es que todos los productores o importadores de estos productos deben hacerse cargo de los bienes una vez terminada su vida útil. La Responsabilidad Extendida del Productor (REP) obliga a los productores y empresarios prioritarios a registrarse en un catastro público, a organizar y financiar la recolección y tratamiento de los productos recolectados a través de un sistema de gestión, asegurar que el tratamiento se realice por personal autorizado y cumplir con metas de recolección y valorización de estos productos. A los consumidores los obliga a separar y entregar el residuo prioritario a un gestor autorizado. Y a los gestores de residuos a estar registrados en el Ministerio de Medio Ambiente, y a declarar la naturaleza, volumen o cantidad, costos, origen, tratamiento y destino de los residuos, a través de un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RTEC). Con el siguiente funcionamiento:

- El Ministerio de medio ambiente regula metas de recolección y valorización.
- Los productores de producto prioritario se registra ante el Ministerio de Medio Ambiente y presenta planes de gestión con un sistema de gestión.
- La Superintendencia del Medio Ambiente fiscaliza.

Donde:

- **PPP - Productor de producto prioritario**

Fabricante o importador que coloca un producto prioritario en el mercado nacional por primera vez, puede ser bajo marca propia o adquirido de un tercero que no es el primer distribuidor o importa un producto prioritario para su propio uso. Un productor debe cumplir con la Ley REP a través de un sistema de gestión, debe organizar y financiar la recolección y tratamiento del residuo generado mediante este sistema, cumpliendo con metas de recolección y valorización entregada por el Ministerio de Medio Ambiente.

- **Sistema de gestión**

Cada productor puede cumplir sus obligaciones a través de un sistema individual de gestión o un sistema colectivo de gestión. Este sistema debe ser autorizado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y ser una persona jurídica sin fin de lucro. Un sistema de gestión debe celebrar convenios con gestores registrados y asegurar e informar el cumplimiento de metas al Ministerio de Medio Ambiente.

- **Gestor de residuo de Producto Prioritario**

Está formado por Empresas, Municipios y Recicladores Base. Deben estar autorizados y registrados en el Ministerio de Medio Ambiente para el manejo de residuos, según la normativa vigente. Su gestión se basa en declarar, tipo, cantidad, costos, origen, tratamiento y destino de los residuos, a través de un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), según la normativa vigente.

- **Distribuidor y comercializador**

Los distribuidores y comercializadores de Producto Prioritario cuyas instalaciones tengan una determinada superficie deberán convenir con un sistema de gestión el establecimiento y operación de una instalación de recepción y almacenamiento de residuos de productos prioritarios. Deberán también aceptar sin costo la entrega de los residuos de productos prioritarios que comercialice de parte de los consumidores y entregar a título gratuito a los gestores contratados por el respectivo sistema de gestión.

- **Consumidor de producto prioritario y su obligación**

Deben separar y entregar el residuo de un producto prioritario a un gestor de Producto Prioritario contratado por un sistema de gestión.

El Ministerio de Medio Ambiente contará con un fondo para financiar proyectos, programas, y acciones para prevenir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, que sean ejecutados por municipalidades o asociaciones de éstas.

Estará integrado por recursos:

- Del Estado
- De cooperación internacional
- Donaciones, herencias y legados que reciba
- Otros.

Se otorga competencia a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) para fiscalizar y sancionar infracciones, estas son multas de hasta 10 mil UTA y amonestación por escrito.

RETC contendrá información sobre:

- Los productores de productos prioritarios;
- Los sistemas de gestión autorizados y sus integrantes;
- Las instalaciones de recepción y almacenamiento;
- Los gestores autorizados;
- El cumplimiento de metas de recolección y valorización;
- Toda otra información que establezca el respectivo reglamento.

Esta nueva Ley 20.920, actualmente no tiene implicancia sobre nuestro residuo debido a que Las Borrás no están catalogadas como residuo prioritario. Pero si tiene que ser considerada dentro del modelo a proponer debido a que esto pudiese variar en el tiempo.

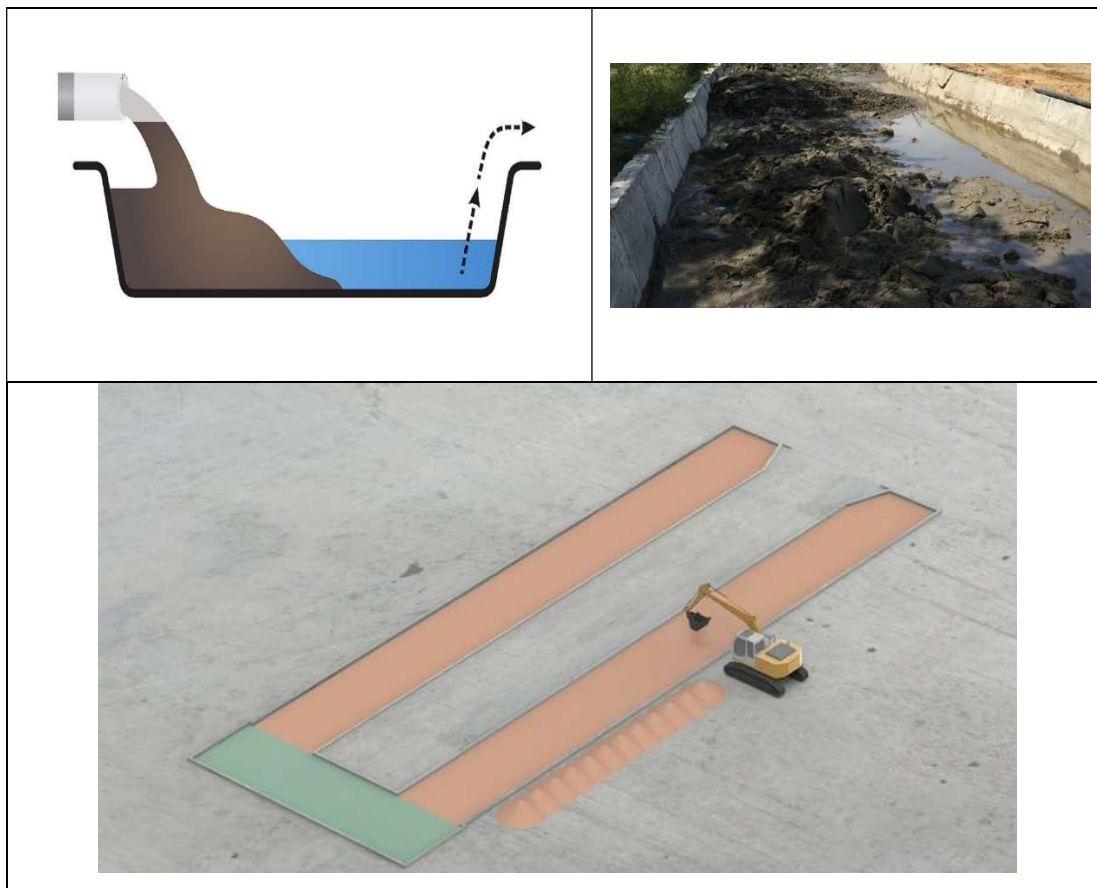
6.2.2. Gestión de Borrás en Plantas de Áridos

En la industria de los áridos, se pudo identificar dos métodos formales de gestión para las borrás, uno por medio de piscinas de decantación y el otro mediante la utilización de filtros prensa. En ambos casos, el fin es la recuperación de agua. Existe poca información sobre el destino final de estos residuos o su posible reutilización o valoración.

- **Piscinas de decantación:** La forma más común para la gestión de las borrás es utilizar piscinas de decantación, esto por su facilidad en implementación y bajos costos de ejecución. Pero requieren de grandes áreas para su instalación, utilizar muchas horas máquina y para el traslado a disposición final requieren de camiones acondicionados. En estas piscinas se deposita las borrás que son retiradas del estanque espesador, se le agrega

una mayor cantidad de floculante para acelerar la separación de las partículas con el agua. Una vez decantada, el agua que queda en la parte superior es recuperada y el material restante es extraído con excavadora y cargado sobre camión para ser enviado a su disposición final. El porcentaje de humedad del material resultante va depender del tamaño de las piscinas y del tiempo de residencia que la Borra tenga. El agua recuperada es reutilizada en el proceso de lavado.

Ilustración 6 Piscinas de decantación y recuperación de aguas⁴



Fuente: CDE Global.

- **Filtros prensa:** son equipos diseñados para separar la parte sólida de la líquida por medio de presión hidráulica aplicada sobre una serie de placas que se encuentran rodeadas por telas filtrantes. De este proceso se obtienen tortas de material con una humedad mínima cercana al 20%, lo que permite una gran recuperación de agua y que el producto resultante

⁴ <https://www.cdeglobal.com/products/easysettle>

sea manipulable y almacenado sin problemas. Esta forma de manejar las borras requiere de una alta inversión inicial, pero áreas de instalación relativamente pequeñas. Este tipo de sistema es ampliamente utilizado en Europa y Norte América.

Ilustración 7 Filtro prensa en planta de áridos Marraque⁵, Almeria España y filtro prensa Ampmineral⁶



Fuente: AMP Mineral, Almeria España.

- Disposición final

El mayor inconveniente para encontrar un destino para este residuo es el porcentaje de humedad que contiene. Para un residuo en estado líquido o semi líquido existen pocos sectores que autoricen su disposición y son de alto costo por la complejidad de su manejo. En la revisión realizada se encontraron diversos tipos de destino para este residuo los que se puede clasificar sector formal y sector informal.

En general en ambos su utilización es para relleno y restauración de los terrenos. Los caracterizados como sector formal corresponden a:

- Relleno de pozos de áridos, donde ya fue realizada toda la extracción.
- Mejoramiento de suelos.
- Botadero de escombros autorizados.

⁵ <http://marraque.es/>

⁶ <http://www.ampmineral.com/equipos/filtros-prensa.php>

El segundo caso corresponde a permisos que se otorgan para mejorar la calidad del suelo aplicando técnicas de despedrado, mejora de drenajes, nivelación y emparejamiento de terrenos. En general estos permisos son otorgados a empresas o particulares, pero con la limitante que el material a disponer realmente permita mejorar la calidad del suelo. El último caso corresponde a botaderos de escombros autorizados, los cuales cuentan con la autorización del ministerio de Salud para la Disposición de Residuos de la Construcción y Escombros, pero su limitante principal es la humedad del producto. Como destino final de sector informal se identificaron empresas que disponen este residuo en botaderos no autorizados o que utilizan este material como relleno de excavaciones que no cuentan con permisos de mejoramiento de suelos. También se encontró algunas pocas empresas instaladas en las riveras de los ríos que vierten este residuo directamente al río.

6.2.3. Modelos de Gestión

Debido a la falta de información y la limitada legislación existente para la industria de los áridos y gestión de sus residuos. Se analizará el modelo de gestión de residuos de las plantas de tratamiento de aguas residuales, debido a que los lodos generados de su proceso productivo tienen una característica física similar al de las Borrás. Para esto se mostrara la problemática presente en España y como se pretende gestionar a través del Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR)⁷. Para finalizar se analizará el modelo de gestión Estrategia Jerarquizada y el de Economía Circular, con el objetivo de encontrar oportunidades para el desarrollo de nuestro modelo.

6.2.3.1. Lodos de Planta Tratamiento Aguas Residuales

En España el Año 2015 se aprueba el PEMAR, este plan es el instrumento utilizado para orientar las políticas de gestión de los residuos, incluye los residuos domésticos y comerciales, los residuos industriales, los residuos con legislación específica, los residuos agrarios, los residuos sanitarios y los suelos contaminados. Tiene como objetivo convertir a España en una sociedad eficiente en el uso de los recursos, que produzca menos residuos y que utilice como

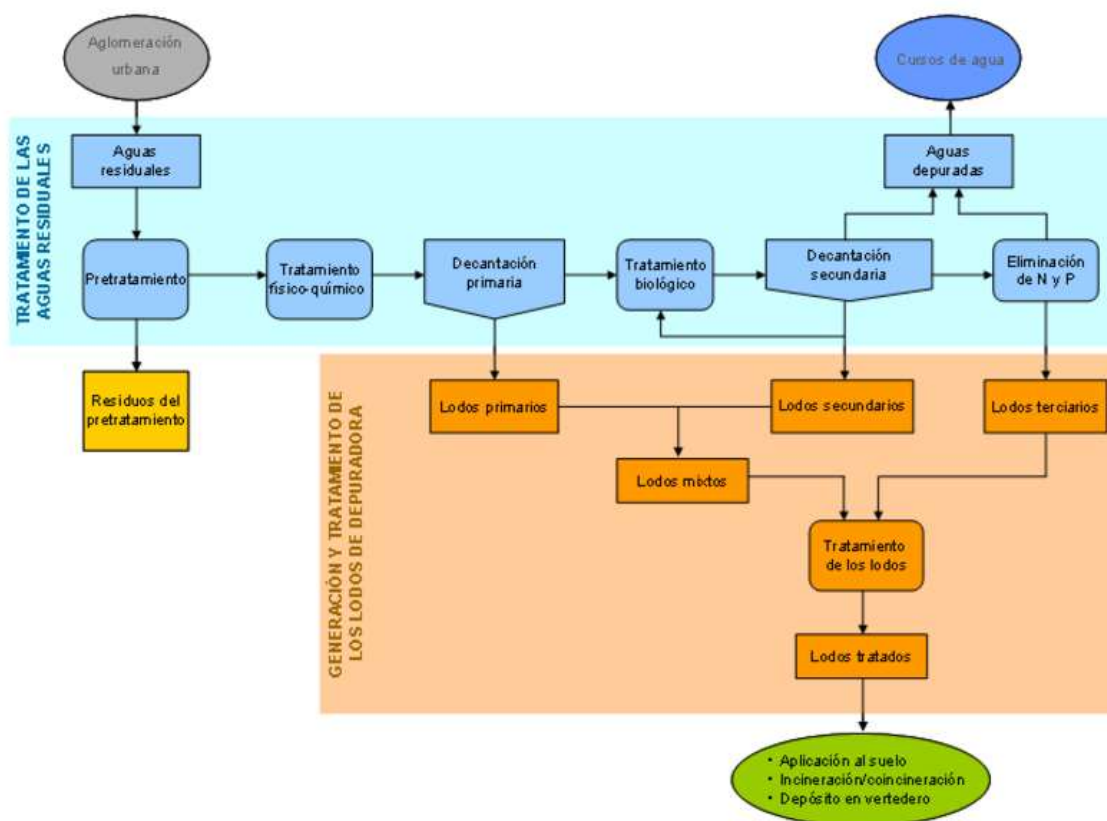
⁷ http://origin.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/pemaraprobado6noviembrecondae_tcm7-401704.pdf

recurso, siempre que sea posible, los distintos residuos generados. En definitiva se trata de sustituir una economía lineal basada en producir, consumir y tirar, por una economía circular en la que se reincorporen al proceso productivo una y otra vez los materiales que contienen los residuos para la producción de nuevos productos o materias primas. En este planteamiento, el reciclaje o la valorización material de los residuos, juegan un papel primordial. Dentro de este plan se considera la gestión de los lodos generados en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Estas Plantas se dedican a tratar las aguas residuales urbanas e industriales, recuperando el agua para su posterior utilización y obteniendo como residuo un lodo líquido similar a las Borrás. Los lodos se caracterizan por ser un residuo extremadamente líquido (95% de agua), se componen de materia orgánica y elementos contaminantes suspendidos o disueltos. La gestión de este residuo es realizado por las mismas plantas o por gestores autorizados.

Estos lodos son tratados para reducir su contenido de agua, sus elementos contaminantes y asegurar su estabilidad orgánica. Para esto se utilizan tratamientos biológicos como la digestión, la estabilización aeróbica y el compostaje, de modo que se asegure un destino final adecuado y medioambientalmente seguro, como puede ser la aplicación en suelos agrícolas, la incineración, o el depósito en vertederos. En ilustración nº8 podemos ver un esquema de la generación, tratamiento y disposición final de los lodos en España.

Ilustración 8 Esquema de generación y tratamiento de lodos⁸.



Fuente: MAPAMA, Gobierno Español.

En España se ha realizado un esfuerzo importante en la gestión de los lodos, el año 2008 se estableció el Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR), el cual tenía como objetivo disminuir la eliminación de lodos en vertederos (máximo 12%) y aumentar la aplicación en suelos agrícolas (mínimo 67%). Para el año 2012 según la información del Registro Nacional del Lodos el 80% de los lodos generados se aplicaron en suelos agrícolas, un 7% se incinero, otro 7% se envió a vertederos y un 6% restante se envió a otros destinos como la aplicación en suelos distintos a los agrícolas, la utilización en la restauración de terrenos degradados, la fabricación de productos cerámicos, etc.(Ver gráfico nº1).

⁸ <http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujo/lodos-depuradora/>, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente Gobierno de España.

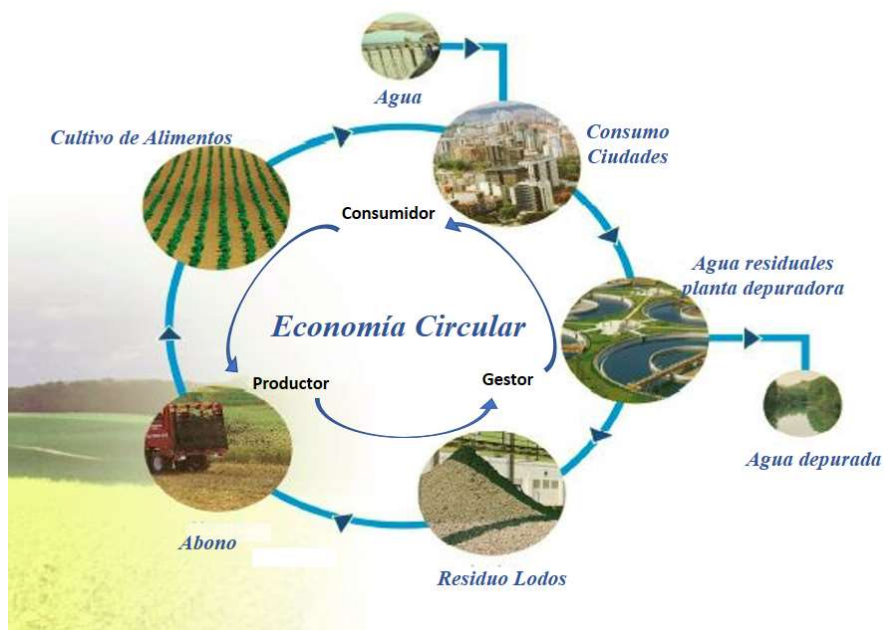
Gráfico 1 Destino final de los lodos en España año 2012.



Fuente: Registro Nacional de Lodos, España.

El objetivo del PEMAR para el año 2020 es valorizar este material aumentando su aplicación en suelos u encontrar otros tipos de valorización (85% mínimo) y disminuir la eliminación en vertederos o incineración (15% máximo). En Ilustración n°9 podemos ver el Modelo de Gestión para las Aguas Residuales utilizado en España.

Ilustración 9 Modelo Gestión Aguas Residuales



Fuente: Registro Nacional de Lodos, España.

6.2.3.2. Modelo de Estrategia Jerarquizada y Modelo de Economía Circular⁹

El modelo de Estrategia Jerarquizada o Jerarquización de la Gestión Integral de Residuos, se basa en la regla de las 3R (Reducir, Reutilizar y Reciclar) la que fue propuesta en la cumbre del G8 el año 2004 con el objetivo de crear conciencia en las personas acerca de la adquisición y disposición final de los residuos.

Los instrumentos de gestión que promueve la estrategia jerarquizada son los siguientes:

- **Prevención:** acciones o medidas destinadas a evitar la generación de residuos y minimizar los impactos significativos sobre el medio ambiente o salud de las personas.
- **Minimización o Reducir:** acciones destinadas a disminuir el volumen inicial, reducción del volumen en la fuente.
- **Reutilización:** acción que consiste en el uso de un material o producto como insumo en el proceso productivo que le dio origen.
- **Reciclaje:** acción de valorización mediante las cuales los residuos son transformados en nuevos productos, excluyendo la valorización energética.
- **Valorización energética:** empleo de un residuo como combustible en un proceso productivo.
- **Eliminación:** acciones que tienen por objeto disponer en forma definitiva los residuos en lugares autorizados para el en conformidad a la normativa vigente.

Además de estos instrumentos la estrategia jerarquizada utiliza como herramienta las Mejores Técnicas Disponibles (MTD)¹⁰. Las MTD son aquel conjunto de técnicas aplicadas a procesos de diversos sectores productivos que se demuestran más eficaces para alcanzar un elevado nivel de protección ambiental, siendo a su vez aplicables en condiciones económicas y técnicamente viables.

⁹ <http://www.gestionar-facil.com/enconomia-circular-28-ejemplos/>

¹⁰ MTD, definidas en Ley 16/2002 de la Comunidad Europea.

Ilustración 10 Estrategia Jerarquizada y Mejores Técnicas Disponibles (MTD)

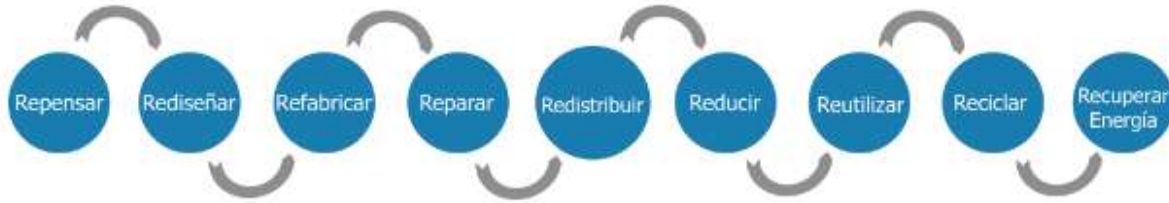


Fuente: Elaboración propia.

Una evolución del Modelo de Gestión de Estrategia Jerarquizada es El Modelo de Economía Circular.

Este Modelo es la base del PEMAR en España, tiene como objetivo promover la producción de bienes y servicios de manera sostenible, reduciendo el consumo, el tiempo, las fuentes de energía y los desperdicios. El principio básico de este modelo se basa en aplicar la regla de las 3R presentado en la Estrategia Jerarquiza pero en un círculo continuo, agregando más etapas desde el momento de creación de un producto o proceso. En Ilustración nº11 podemos ver que la regla de las 3R extendida.

Ilustración 11 Regla de las 3R extendida



Fuente: <http://www.gestionar-facil.com/enconomia-circular-28-ejemplos/>

Ambos modelos se diferencian de nuestro modelo actual que consiste en **Tomar, Hacer y Desechar** el cual requiere de una gran cantidad de recursos, consume mucha energía y contamina el medio ambiente.

Ilustración 12 Modelo actual de gestión.



Fuente: <http://www.gestionar-facil.com/enconomia-circular-28-ejemplos/>

El modelo de economía circular tiene por objetivo convertir a las empresas en entes mucho más sostenibles sin impacto en el medio ambiente. Busca que los productos, componentes y recursos mantengan su utilidad y valor en todo momento. En Ilustración n°13 podemos ver el diagrama del Modelo de Economía Circular utilizado por el PEMAR, España.

Ilustración 13 Diagrama del Modelo de Economía Circular



Fuente: Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos, España 2010.

Los principios del modelo de gestión de economía circular son:

- Diseñar para reusar.
- Enfócate en la cadena de producción.
- Transforma productos en servicios.
- Equilibra los flujos de recursos renovables y controla las existencias finitas.
- Optimiza el uso de los recursos por medio de la rotación, componentes y materiales de máxima utilidad.

Los beneficios de aplicar este modelo son:

- **Es rentable:** el modelo de reducir, reutilizar y reciclar permite que las empresas aprovechen mucho más los materiales.
- **Empresas comprometidas y conectadas:** que trabajan bajo un mismo modelo y se ayudan entre sí en temas ecológicos.

- **Reputación:** con esta filosofía estás basando tu forma de hacer dinero totalmente alineada con el cuidado del medio ambiente.
- **Creatividad e Innovación:** tienes la posibilidad de ser el pionero en un área o servicio alternativo que encaja muy bien con la mayoría de los consumidores.
- **Genera nuevos puestos de trabajo y habilidades por parte de sus empleados.**

6.2.4. Conclusión del marco teórico del estado del arte

De acuerdo con toda la información analizada, se ha podido determinar que en la industria de los Áridos tanto a nivel nacional como internacional no se cuenta con un modelo de gestión establecido para este tipo de residuo. A nivel nacional esto se debe en gran medida a la falta de una legislación específica para esta industria de los áridos, no existe una legislación clara para los residuos no peligrosos y también a la poca importancia que le entregan las empresas generadoras a la gestión de los residuos.

En la industria internacional existe una preocupación en la gestión de los residuos, para el caso específico de las Borrás tanto en Europa como en Estados Unidos la gestión está directamente enfocada a la recuperación del agua y no a su disposición final, o su disminución, reutilización y/o valorización. Dentro de los métodos de recuperación de agua encontramos las piscinas de decantación y los filtros prensa, cada uno con sus ventajas y desventajas.

En la industria de tratamiento de aguas residuales se genera un residuo de características físicas similares. En España existe preocupación por estos residuos y se creó un Plan de Gestión a nivel nacional, con objetivos y metas definidas, enfocado en reducir, reciclar y valorizar los distintos residuos.

El Modelo de Estrategia Jerarquizada y el Modelo de Economía Circular, van de la mano con la nueva Ley de Responsabilidad Extendida del Productor, buscando prevenir, reducir la generación, fomentar la reutilización, el reciclaje, la recuperación de energía y finalmente la disposición final o destrucción.

7. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Para el desarrollo de la propuesta “Modelo de Gestión de Residuos: Caso aplicado Planta de Áridos” es necesario desarrollar una metodología de solución de problemas que permita mostrar de una forma clara y sencilla las etapas del producto, los problemas generados y las posibles soluciones, por esto la metodología a aplicar es el “Lean Canvas”.

7.1. Modelo Lean Canvas

El Lean Canvas es una variación al Modelo Canvas original de Alex Osterwalder's¹¹, propuesto por Ash Maurya¹². Es una herramienta de visualización de modelos de negocio, su enfoque se basa en el producto o servicio ofrecido, buscado un modelo de negocio innovador y viable.

El modelo Lean Canvas nos plantea el formato de lienzo del modelo Canvas Tradicional compuesto por 9 compartimientos pero enfocados al Mercado y al Producto o Servicio. Por el lado del Producto existe una revisión de los problemas y soluciones posibles y por el lado del Mercado existe un análisis del cliente y forma de afrontar la competencia.

En la Ilustración n°14 se muestra el formato o lienzo de Modelo Lean Canvas donde se resume cada cuadrante y se acompaña de un número que indica el orden de llenado que se requiere realizar.

¹¹ OSTERWALDER, A y PIGNEUR, Y. 2010. Business Model Generation, New Jersey, Estados Unidos, auto publicación.

¹² MAURYA, A. 2012. Running Lean: Iterate from Plan A to a Plan That Works. O'Reilly Media. p18.

Ilustración 14 Lienzo y resumen modelo Lean Canvas

Problema	Solución	Propuesta de valor única	Ventaja Competitiva	Segmento de Cliente
1 Cuales son los problemas a enfrentar y las posibles a soluciones existentes.	4 Que productos o servicios ayudarian a solucionar los problemas. Métricas Claves Que indicadores de gestión se utilizaran. 8	3 De forma clara y sencilla, que hace a tu propuesta especial.	5 Cual es la clave de tu negocio, que lo hace especial o diferente. Canales Como llegaras a la meta. 9	2 Quien es tu cliente meta.
Estructura de Costos			Fuente de Ingresos	
7 Que gastos tenemos.				6 Como se generaran ingresos.
<i>PRODUCTO</i>			<i>MERCADO</i>	

Fuente: A. MARUYA

7.2. Desarrollo Lean Canvas para Modelo de Gestión de Residuos: Caso aplicado Planta de Áridos.

Para el desarrollo del modelo, se procederá a realizar una revisión de cada uno de los puntos plantados para La Gestión de Residuos en Planta de Áridos Lo Blanco ver Ilustración n°15.

Ilustración 15 Modelo Lean Canvas, Gestión de Residuos Planta Lo Blanco.

1.- Problema	4.- Solución	3.- Propuesta de valor única	5.- Ventaja Competitiva	2.- Segmento de Cliente
1.- Gestión de Borrás Material sin clasificación ambiental. 2.- Alto Volumen de Generación. 3.- Altos Costos en Transporte. 4.- Pocas Alternativas Disposición Final. 5.- Nueva Legislación REP. 6.- No existe reciclaje y reutilización. 7.- Riesgo de detener operación.	Generar un modelo de gestión de residuos para Planta Lo Blanco. 8.- Métricas Claves 1.- Costos por gestión de metro cubico de borra. 2.- Disminución costos de trasnporte. 3.- Recuperación de agua y huella de carbono.	Disminuir riesgos y costos en la gestipon de las borras.	Disminución de volumen, recuperación de agua, cumplimiento con normativas medioambientales. 9.- Canales Inversión en tecnología, intalación de filtro prensa.	1.- Planta de áridos Lo Blanco, Aridos Aconcagua S.A. 2.- Otras Plantas de Aridos Aconcagua S.A.
7.- Estructura de Costos			6.- Fuente de Ingresos	
1.- Inversión en tecnología. 2.- Costos de Operación. 3.- Costos de Transporte. 4.- Costos de disposición final.			1.- Ahorro por volumen gestionado. 2.- Recuperación de agua. 3.- Mayores puntos para dispoición final. 4.- Residuo tratado opciones de venta.	
<i>PRODUCTO</i>			<i>MERCADO</i>	

Fuente: Elaboración Propia.

A. Problema

Los principales problemas que presenta la gestión de las borras en Planta Lo Blanco son:

- Material sin clasificación ambiental
- Alto Volumen de Generación.
- Altos Costos en Transporte.
- Pocas Alternativas Disposición Final.
- Nueva Legislación REP.
- No existe reciclaje y reutilización.
- Riesgo de detener operación.

Esto sumado a la entrada en vigencia de la nueva normativa legal que dice relación con la responsabilidad extendida del productor, Planta Lo Blanco debe contar con un modelo que le permita alinearse a la nueva normativa y evitar posibles multas o cierres de la operación. Se debe tener en consideración que para cumplir con la nueva Ley el productor debe:

- Registrarse en catastro público de Producto de Producto Prioritario.

- Organizar y financiar la recolección y tratamiento de residuos de Producto Prioritario, a través de un “sistema de gestión”.
- Asegurar que el tratamiento de residuos de Producto Prioritario recolectados, se realice por gestores autorizados.
- Cumplir metas de recolección y metas de valorización de residuos de Producto Prioritario, y otras obligaciones asociadas.

B. Clientes

El cliente meta a satisfacer es Planta Lo Blanco de Áridos Aconcagua S.A, ya que es el productor del residuo, es quien está incurriendo en altos costos de gestión y quien debe entrar al ciclo que propone la Ley REP.

C. Propuesta de valor única

La propuesta única de valor se basa en realizar un modelo que permita reducir los riesgos que presenta la gestión de las borras para Planta Lo Blanco, haciendo más eficiente los recursos y cumpliendo con la normativa legal vigente.

D. Solución

Para este punto se utilizará como base el orden presentado por los modelos de Estrategia Jerarquizada y Economía Circular, los cuales van de la mano con lo sugerido por la nueva Ley de Responsabilidad Extendida del Productor. Ambos se enfocan en prevenir, reducir la generación, fomentar la reutilización, el reciclaje, la recuperación de energía y finalmente la disposición final o destrucción. Parte importante del modelo de Estrategia Jerarquizada y de Economía Circular es utilizar nuevas tecnologías disponibles o las Mejores Técnicas Disponibles (MTD).

En los capítulos anteriores se proponen como MTD la incorporación al proceso de un filtro prensa o el arriendo de terreno para generar piscinas de decantación y acopios. Para definir cuál es la MTD a utilizar en el modelo, se realizó una evaluación económica mediante la cual se estimó los beneficios de estas soluciones comparándola con la situación actual.

En la Tabla n°4 se presenta el flujo de caja para el proyecto de incorporación de un Filtro Prensa y Tabla n°5 se presenta el flujo de caja para el proyecto Arriendo de Terreno.

Tabla 4 Flujo de Caja con proyecto filtro prensa.

FLUJO DE CAJA											
ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción		840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000
Borra líquida (Situación actual)		84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000
Borra seca (c/Proyecto Filtro Prensa)		33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600
Ingresos por ahorros de gastos actuales		381	381	381	381	381	381	381	381	381	381
Egresos con implementacion del proyecto		-232	-232	-232	-232	-232	-232	-232	-232	-232	-232
Depreciación de equipos por proyecto actual		-33	-33	-33	-33	-33	-26	-26	-26	-26	-26
Utilidad Antes de Impuesto		117	117	117	117	117	123	123	123	123	123
Impuesto		-23	-23	-23	-23	-23	-25	-25	-25	-25	-25
Utilidad Después de Impuesto		93	93	93	93	93	99	99	99	99	99
Total Depreciación		33	33	33	33	33	26	26	26	26	26
Gasto de Instalación	-123										
Inversión	-362										
Recuperación Inversión											65
Flujo Neto de Fondos	-485	126	126	126	126	126	125	125	125	125	190

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 Flujo de Caja proyecto arriendo de terreno.

FLUJO DE CAJA											
ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volúmenes (m3/año)											
Producción		840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000
Borra líquida (Situación actual)		84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000
Borra seca (c/Proyecto Filtro Prensa)		33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600
Ingresos por ahorros de gastos actuales		381	381	381	381	381	381	381	381	381	381
Egresos con implementacion del proyecto		-390	-390	-390	-390	-390	-390	-390	-390	-390	-390
Depreciación de equipos por proyecto actual		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad Antes de Impuesto		-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
Impuesto											
Utilidad Después de Impuesto		-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
Total Depreciación		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasto de Instalación	-59										
Inversión	0										
Recuperación Inversión											0
Flujo Neto de Fondos	-59	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8

Fuente: Elaboración propia.

En flujo de caja del Proyecto Filtro Prensa genera un Flujo neto positivo, en cambio en el Proyecto Arriendo de Terreno los egresos por implementación son mayores a los ingresos

por ahorros de gastos actuales. Para determinar si el proyecto Filtro prensa es realmente viable se realiza análisis de VAN, TIR y Payback ver Tabla n°6.

Tabla 6 Calculo Van, TIR y Payback.

Ítem	Unidad	Valor
Tasa Impuesto	%	20%
Tasa Descuento	% Anual	13%
Payback	Años	6
VAN	MM\$	217
TIR	%	23%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos se determina que la MTD a utilizar es el filtro prensa, mayor detalle de análisis de ambos proyectos en ANEXO IV.

E. Ventaja Competitiva

El Modelo de Gestión de Residuos de Planta Lo Blanco, se basa en la instalación de una nueva tecnología, el filtro prensa. Se analizan las ventajas competitivas generadas siguiendo el orden de los instrumentos propuestos por la estrategia jerarquizada.

Ilustración 16 Modelo de Gestión Borra en Planta de Áridos, instalación de filtro prensa.

Modelo Gestión Residuo Borra en Planta de Áridos



Fuente: Elaboración propia.

Prevención y Reducir generación en la fuente

La reducción en la fuente, es la forma más eficaz de reducir la cantidad de residuos, los costos de manipulación y los impactos ambientales que puedan generarse. El mayor problema de las borras es su alto porcentaje de agua, con la instalación del Filtro Prensa reducimos el volumen del residuo en un 60%. Esta reducción del volumen genera los siguientes efectos:

Transporte: se disminuye el volumen de material a transportar esto genera disminución en los costos de transporte, que se encuentra reflejado en flujo de caja del proyecto. Pero también genera otro beneficio que no se encuentra reflejado en el flujo de caja, que es la reducción en la emisiones generadas. Una menor cantidad de viajes implica una reducción en la Huella de Carbono, un camión de 40 toneladas genera en promedio 80 [g] de CO₂ por kilómetro recorrido según la International Chamber of Shipping¹³ (ICS, entonces sin el modelo se están liberando al medio ambiente 1731 [kg/mes] de CO₂ por concepto de transporte, ver Tabla n°7.

Tabla 7 Emisiones de CO₂ por transporte sin modelo y con modelo.

	Volumen borra mes [m3]	Volumen camión [m3]	Cantidad viajes mes	Distancia botadero [km]	Distancia recorrida mes [km]	CO ₂ /Km [g]	Total CO ₂ [kg]
Sin modelo	7000	22	318	34	21,636	80	1,731
Con modelo	2800	22	127	34	8,655	80	692

Fuente: Elaboración propia.

Considerando el modelo, el CO₂ liberado al medio ambiente se reduce en 1038 [kg/mes]. El precio por derecho de emisión de una tonelada de CO₂ es de aproximadamente 7,26 Euros unos \$5379 CPL (fuente: Sistema Europeo de negociación de CO₂¹⁴). En Tabla n°8 se presenta la reducción anual de CO₂ valorizada.

¹³ International Chamber of Shipping (ICS); <http://www.ics-shipping.org/>

¹⁴ Sistema Europeo de negociación de CO₂ (SENDECO₂); <http://www.sendeco2.com/es/>

Tabla 8 Reducción de CO2 y estimación de valorización.

	Anual
Reducción de CO2 [Ton]	12,46
[\$/Ton] de CO2	\$ 5,380
Valorización [\$]	\$ 67,044

Fuente: Elaboración propia.

Si bien el ahorro es marginal, es necesario tener en consideración que con una tonelada de CO2 se pueden generar 1200 kilos de pan.

Agua: el 60% de reducción de volumen corresponde a agua, esta agua recuperada es de vuelta a proceso productivo. Esto genera un ahorro en los costos de consumo de agua para el proceso productivo, Tabla n°9 se presenta volumen de agua recuperada/reutilizada y su valorización.

Tabla 9 Volumen de agua reutilizada en proceso productivo y estimación de ahorro valorizado.

	Anual
Recuperación de Agua	50,400
[\$/m3] de Agua	\$ 350
Valorización [\$]	\$17,640,000

Fuente: Elaboración propia.

Residuo Sólido: Un residuo sólido, permite que no sean requeridas las piscinas de decantación, liberando aproximadamente un 1800 [m2] del área total de las instalaciones de Planta Lo Blanco. Aumentando el área disponible y posibilitando la utilización de esta área para otras tareas, en Tabla n°10 se presenta el área liberada y su valorización.

Tabla 10 Área física liberada y estimación de valorización.

	Anual
[m2] Liberados	1,800
[\$/m2] Arriendo	\$ 386
Valorización Anual	\$ 8,331,120

Fuente: Elaboración propia.

Reutilización

No existe información de reutilización de las borras en el proceso productivo de los áridos, al contar con un material en estado sólido existe la posibilidad de poder comercializarlo como material de relleno o para mejoramiento de suelos. Esta opción no se encuentra en la evaluación económica, debido a que no se cuenta con información de existencia de mercados para poder estimar valores de venta.

Para poder optar a cualquier método de reutilización es preponderante garantizar que la Borra es un residuo inerte y no peligroso. Si bien, en la legislación vigente no existe clasificación para este residuo, se debe realizar una vez al año un análisis fisicoquímico para determinar sus características de peligrosidad según D.S. 148.

Reciclaje

Existe poca información en la cual se presente algún método de transformación de este residuo que permita valorizarlo generando un nuevo producto. Pero debido a que es un material que cuenta con altos porcentajes de arcilla y que es un residuo homogéneo con una granulometría estable, la empresa debe fomentar actuaciones de investigación, desarrollo e innovación, cuyo objetivo sea potenciar y mejorar el conocimiento de este residuo para encontrar opciones de valorización. Con la arcilla es posible generar productos como ladrillos, cerámicas, tejas, etc. lo que puede abrir nuevas áreas de negocio.

Valoración Energética

Al ser un residuo inerte y no inflamable, no existe posibilidad de ser utilizado para la generación de energía.

Disposición

El poder contar con un residuo de características sólidas, permite que los puntos de disposición final aumenten de manera considerable. Sin el modelo se contaba con 2 botaderos privados habilitados, utilizando el modelo se habilitan automáticamente los 11 botaderos de escombros autorizados en la Región Metropolitana. Esto permite eliminar cualquier riesgo de

detención de la planta por no contar con sectores habilitados para la disposición de la Borra, también permite optar a botaderos con menores valores para la disposición final y menores distancias de traslado.

F. Ingresos y Costos

La variable ingresos para el caso de las gestión de las borras en planta Lo Blanco, se ve traducida en los ahorros que genera la instalación del filtro prensa como nueva tecnología. La cual permite disminuir el volumen del residuo en un 60%, esto genera:

- Disminución de las horas maquinas utilizadas.
- Disminución en la cantidad de transporte utilizado.
- Optar a mejores valores de transporte, ya que se utilizan camiones normales.
- Mayor cantidad de puntos para disposición final, a menor distancia y menores precios.
- Recuperación de agua, es reutilizada en el proceso productivo.
- Opciones de venta como producto para recuperación de terrenos, o como insumo en empresas de ladrillos o cerámicas.

En tabla n°11, se puede observar que la situación con la instalación de filtro prensa genera una disminución anual en los costos de gestión de las Borrás de un 27% respecto a las condiciones actuales.

Tabla 11 Diferencia en resultado Situación Actual vs Situación Propuesta.

Situación Actual		Situación Propuesta 1	
Borra líquida enviada a botadero		Inversión Filtro Prensa	
%Volumen Final/Volumen Inicial	100%	%Volumen Final/Volumen Inicial	40%
% Agua recuperada	0%	% Agua recuperada	60%
Volumen de Borra Procesada [m3/mes]	7,000	Volumen de Borra Procesada [m3/mes]	2,800

Operación	MM\$/mes	Operación	MM\$/mes
Total Maquinaria	5.60	Total Maquinaria	8.8
Flete Botadero	21.28	Flete Botadero	8.51
Botadero	4.90	Botadero	1.96
Depreciación	-	Depreciación	3.78
Resultado [Mes]	31.78	Resultado [Mes]	23.09

Resultado [Año]	381.36	Resultado [Año]	277.14
% Disminución de Costos en Gestión de Borrás			27%

Fuente: Elaboración Propia.

El mayor costo para la generación del modelo corresponde a la inversión en la tecnología filtro prensa. Los costos de operación, transporte y disposición final igualmente son requeridos. En tabla n°12 se genera nuevo flujo de caja con los ingresos producidos por la valorización de la recuperación de agua, disminución en la generación de CO2 y Liberación de metros cuadrados. En tabla n°13 se presentan los nuevos valores de VAN, TIR y Payback.

Tabla 12 Flujo de Caja con proyecto y valorizaciones.

ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción		840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000
Borra líquida (Situación actual)		84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000
Borra seca (c/Proyecto Filtro Prensa)		33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600
Costos Actuales sin Proyecto		381	381	381	381	381	381	381	381	381	381
Proyección de costos con proyecto y valorizaciones.											
ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Energía		-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27
RRHH		-29	-29	-29	-29	-29	-29	-29	-29	-29	-29
Piezas Desgaste		-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38
Maquinaria		-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10
MyR		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Flete		-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102
Botadero		-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24
CO2 (valorización)		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Rec. Agua (valorización)		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
[m2] liberados		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Costos con proyecto		-206	-206	-206	-206	-206	-206	-206	-206	-206	-206
Total Depreciación		-33	-33	-33	-33	-33	-26	-26	-26	-26	-26
Utilidad Antes de Impuesto		143	143	143	143	143	150	150	150	150	150
Impuesto		-29	-29	-29	-29	-29	-30	-30	-30	-30	-30
Utilidad Después de Impuesto		114	114	114	114	114	120	120	120	120	120
Total Depreciación		33	33	33	33	33	26	26	26	26	26
Gasto de Instalación	-123										
Inversión	-362										
Recuperación Inversión											65
Flujo Neto de Fondos	-485	147	147	147	147	147	146	146	146	146	211

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13 VAN, TIR y Payback.

Ítem	Unidad	Valor
Tasa Impuesto	%	20%
Tasa Descuento	% Anual	13%
Payback	Años	5
VAN	MM\$	330
TIR	%	28%

Fuente: Elaboración Propia.

G. Métricas Claves

Los indicadores de gestión a ocupar en el Modelo de Gestión se basan principalmente en los costos por metro cubico generados, costos en maquinaria, transporte y disposición final.

Como indicadores adicionales se genera el % de agua recuperada y % de disminución de la huella de carbono.

- Costo Total Gestión Borra: se compone por 3 indicadores que pueden ser medidos de manera independiente: maquinaria, transporte y disposición final..

$$\text{Costo Total Gestión Borra} = \frac{C \text{ Maquinaria } [\$]}{\text{Vol. Borra } [m3]} + \frac{C \text{ Transporte } [\$]}{\text{Vol. Borra } [m3]} + \frac{C \text{ Botadero } [\$]}{\text{Vol. Borra } [m3]}$$

H. Canales

El modelo es generado para Planta Lo Blanco como usuario principal, que es la interesada en poder cumplir con la normativa legal vigente y reducir sus costos de gestión de residuos. Esto lo logra por medio de la aplicación de nuevas tecnologías, las cuales permiten eliminar riesgos y generar ahorros importantes para Planta Lo Blanco y las demás sucursales.

8. CONCLUSIONES

En el desarrollo de este trabajo se pudo determinar que no existe legislación ni fiscalización para los residuos no peligrosos, facilitando que muchas industrias actúen de manera libre en la forma de gestionar sus residuos lo que genera despreocupación y falta de interés en estos temas.

Con la entrada en vigencia de la Nueva Ley 20920 de Responsabilidad Extendida del Productor, se encendieron las alarmas de muchas industrias enfocando su mirada en la gestión de sus residuos. Si bien actualmente esta Ley no es aplicable a la industria de los Áridos, es importante que la empresa cuente con un modelo de gestión para sus residuos que le permita estar preparada para cualquier cambio en el entorno.

El modelo generado con la ayuda del método Lean Canvas permite a Planta Lo Blanco y a la empresa Áridos Aconcagua S.A, encontrar soluciones al problema y con esto generar valor mediante la disminución, reutilización y valorización de este residuo.

La presentación de la solución a través de modelo de Estrategia Jerarquizada, permite que vaya de la mano con la Nueva Ley 20920 de Responsabilidad Extendida del Productor.

El modelo de gestión contempla la instalación de una nueva tecnología, el filtro prensa, el cual es utilizado en Europa y Norteamérica. Esta tecnología actualmente no es utilizada en la industria nacional. La evaluación económica del proyecto filtro prensa nos entrega un VAN positivo de \$330 MM CPL y una TIR de 28% mayor a nuestra tasa de retorno, lo que demuestra que la inversión es atractiva en términos financieros.

El uso de esta tecnología resulta atractiva frente a la situación actual por sus menores costos de operación, disminución del volumen de residuo generado, requiere de una menor área de utilización, permite recuperar agua que es reutilizada en el proceso, se disminuye el volumen a transportar, se genera un producto con características de sólido que permite optar a un gran número de destinos de disposición final.

La industria de los áridos, no cuenta con un modelo para las Borra, en general solo se realiza la disposición final de este residuo en botaderos autorizados, no autorizados o como relleno en canteras ya explotadas. No se tiene en consideración las opciones de prevención, minimización, reutilización, reciclaje y valorización.

Por este motivo, contar con un modelo de gestión de Borra permite a la empresa Áridos Aconcagua S.A. diferenciarse de sus competidores, siendo más eficiente en sus costos de operación, generando beneficios para el medio ambiente que antes estaban ocultos y fomentando la investigación, desarrollo e innovación en un residuo el cual podría generar nuevas opciones de negocios.

Dentro de los beneficios estimados para Áridos Aconcagua, se encuentra la disminución en un 60% del volumen de residuo generado, la recuperación y reutilización de agua en el proceso productivo, liberación de metros cuadrados de terreno, poder optar a una mayor cantidad de destinos de disposición final eliminando el riesgo de tener que detener la operación, incurrir en menores costos de transporte, disminuir la huella de carbono y la huella hídrica.

9. BIBLIOGRAFIA

- Ley núm. 20.920, establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje, ministerio de medio ambiente.
<http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/06/Ley-REP-Ley-No20920.pdf>
- Decreto Supremo 148, aprueba el reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos. <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=226458>
- Decreto Supremo 594, aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=167766>
- Plataforma de Información Ambiental, RESPEL, www.respel.cl
- Listado de botadero de escombros autorizados. Ministerio de Salud, <http://www.minsal.cl/>
- Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR),
http://origin.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/pemaraprobado6noviembrecondae_tcm7-401704.pdf
- Ley n° 19.300 sobre bases generales del medio ambiente;
<http://www.sea.gob.cl/documentacion/guias-evaluacion-impacto-ambiental/articulo-11-ley-19-300>
- Ley n° 18.097 orgánica de concesiones mineras,;
<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=29522>
- Ley N° 18.248, código de minería; <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=29668>
- Manual equipos CDE Global, <https://www.cdeglob.com>
- Decreto Supremo N°248, reglamento para la aprobación de proyectos de diseño, construcción, operación y cierre de los depósitos de relaves
http://www.sernageomin.cl/pdf/mineria/seguridad/reglamentos_seguridad_minera/DS248_Reglamento_DepositosRelave.pdf
- Decreto n°4, reglamento para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas. <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1007456>
- Antecedentes del manejo y gestión de residuos en Chile, adapt Chile.
- Gestión Integral de Residuos Sólidos, La UE apuesta por la gestión de residuos, Comisión Europea 2000, <http://europa.eu.int/comm/dgs/environment>

- Responsabilidad Social una Herramienta de Gestión en las Empresas, Luis Zúñiga Bravo, 2007, Universidad Técnica Federico Santa María.

10.ANEXOS

10.1. Anexo I - Descripción del Proceso Productivo

El proceso productivo de los áridos en planta Lo Blanco comienza con la explotación de la materia prima desde el Pozo Lepanto de Marga Marga, esta materia prima denominada integral se encuentra compuesta de una mezcla de material pétreo de granulometría variable que por medio del proceso de chancado y seleccionado en las plantas de áridos se transforma en arena, gravilla y grava.

Las plantas de áridos son diseñadas para un determinado volumen de producción, el cuál define el tamaño y los tipos de los equipos a instalar. Pero independiente del tamaño de los equipos, las plantas siempre tienen un diseño similar, el cual se encuentra compuesto por (ver Ilustración 18):

- Buzones o Tolvas.
- Alimentadores vibratorios.
- Triturador de mandíbula.
- Triturador de cono.
- Triturador de impacto vertical.
- Harneros vibratorios.
- Cintas transportadoras.
- Tornillos lavadores.
- Hidrociclones.
- Estanque Espesador.

Estos equipos son los responsables de poder generar y garantizar los volúmenes y las calidades requeridas por la empresa (ver ilustración 18).

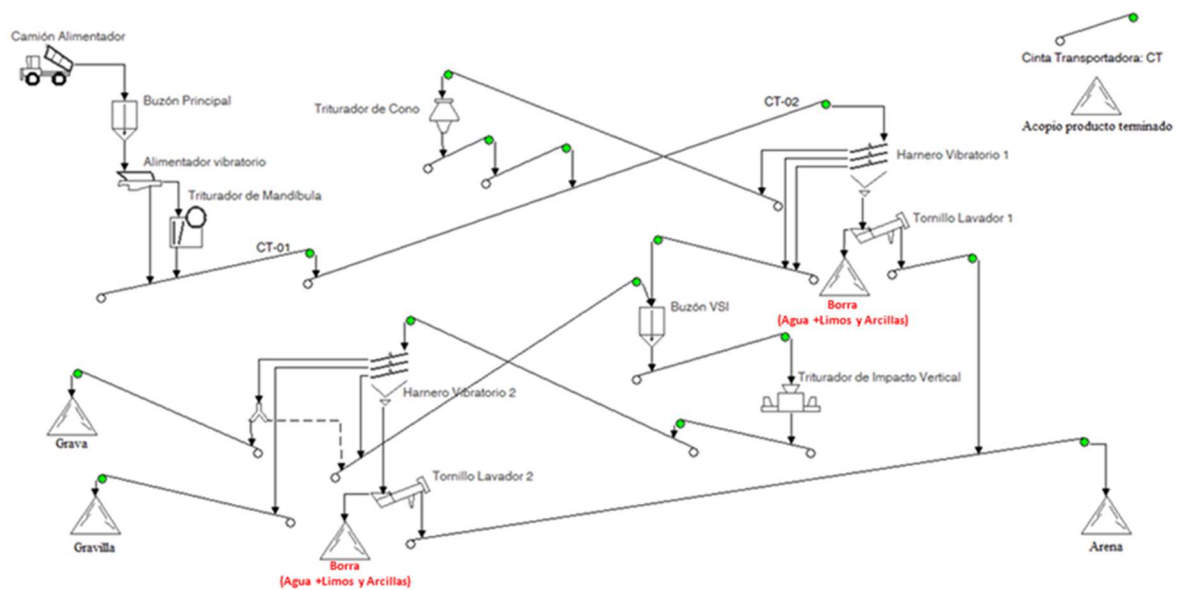


Ilustración 17 Diagrama Planta Áridos típica en Software Aggflow.

Planta Lo Blanco cuenta con una capacidad instalada de 70.000 [m³/mes] de áridos terminados, y como regla general el 10% del volumen de producto generado corresponde a Borrás. Esto implica que mensualmente Planta lo Blanco es capaz de producir 7.000 [m³] o 14.000 [ton] de Borra al mes.

La Borra es generada en el proceso de lavado del material integral, donde son separados los áridos de limos y arcillas por medio de inyección de agua a presión (ver Ilustración 19). Este proceso de lavado se requiere debido a que los limos y arcillar influyen de forma negativa en las resistencias del hormigón. El líquido sucio obtenido del lavado se decanta con la ayuda de floculantes en un estanque espesador del cual se recupera un porcentaje importante de agua que es reutilizada en el proceso. Este material decantado o Borra decantada tiene características de lodo líquido con una concentración de sólidos cercana al 35%.

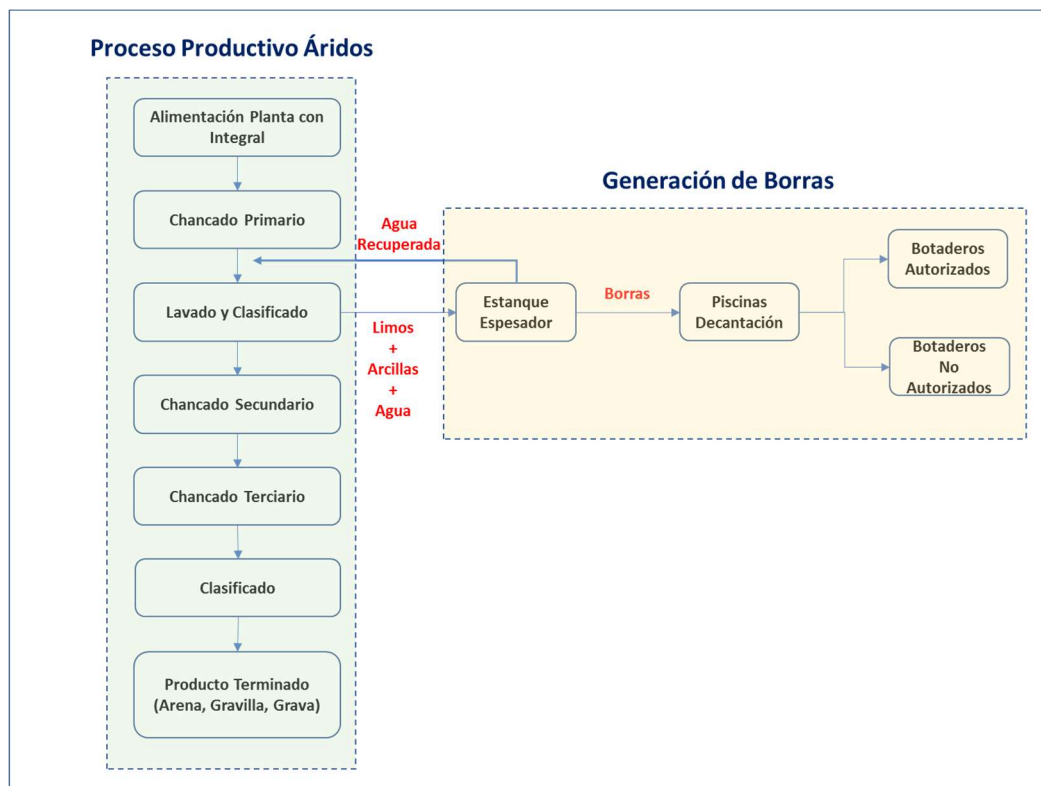


Ilustración 18 Proceso productivo y generación de borras.

Luego la Borra es depositada temporalmente en piscinas desde las cuales se extrae mediante excavadora y se carga en camiones acondicionados para ser trasladados a botaderos aptos para residuos líquidos. El manejo de las Borrás no es trivial debido a que al ser un material muy fino (bajo malla 50; 0,297 [mm]) su proceso de secado es muy lento.

El caso de Planta Lo Blanco es excepcional en la industria de los áridos, ya que en general las demás empresas cuentan con terrenos de grandes dimensiones donde generan grandes acopios de Borra esperando su secado para luego ser manipulado en estado sólido. Planta lo Blanco cuenta con un área limitada (ver Ilustración 20) lo que la ha obligado a gestionar la Borra en estado líquido.



Ilustración 19 Planta Lo Blanco y Piscinas de Borra

Mientras mayor es el porcentaje de humedad en la Borra, mayor es el volumen que se debe transportar, mayor es la cantidad de agua que se pierde y más dificultoso es encontrar sectores de disposición final habilitado para este residuo.

En estos momentos Planta Lo Blanco cuenta con dos botaderos habilitados para la disposición de Borrás líquidas el Botadero Las Acacias y el Botadero Rinconada de Maipú.

El Botadero Las Acacias, que es un pozo de áridos perteneciente a la Empresa Clamami Ltda. en el cual se habilitó un sector ya explotado para la disposición de este residuo. Este sector cuenta con un volumen limitado de recepción de 2.500 [m³/mes], se encuentra a 14 [km] de planta Lo Blanco y los costos por disposición son \$1.700.- pesos por cada metro cúbico de borra.

El segundo es el Botadero de Rinconada de Maipú, pertenece a un privado. Este cuenta con un terreno con capacidad ilimitada de recepción, se encuentra a 38 [km] de planta Lo Blanco y los costos por disposición son \$700.- pesos por cada metro cúbico de borra (Tabla n°14 Costos asociados a Botaderos utilizados por planta Lo Blanco).

Tabla 14 Costos asociados a Botaderos utilizados por Planta Lo Blanco

Botadero	Costo Botadero [\$/m3]	Costo Carguio [\$/m3]	Costo Transporte [\$/km]	Distacia [km]	Total [\$/m3]	Maximo habilitado a disponer por mes [m3]
Las Acacias	\$ 1,700	\$ 300	100	14	\$ 3,400	2,500
Maipú	\$ 700	\$ 300	80	38	\$ 4,040	100,000

La gestión de la Borra genera importantes costos para la empresa, en Tabla n°15 se presentan los costos asociados a gestión de residuos del año 2016.

Tabla 15 Costos en servicios de gestión de residuos año 2016

Costos en servicios de gestión de residuos en millones de pesos													
	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16	Total 2016
RESIDUOS SÓLIDOS	38.4	29.3	34.1	19.5	34.2	30.8	40.1	34.3	24.5	30.8	27.5	22.8	366.2

Los mayores problemas que enfrenta la Planta Lo Blanco son los presentados en Ilustración 21.

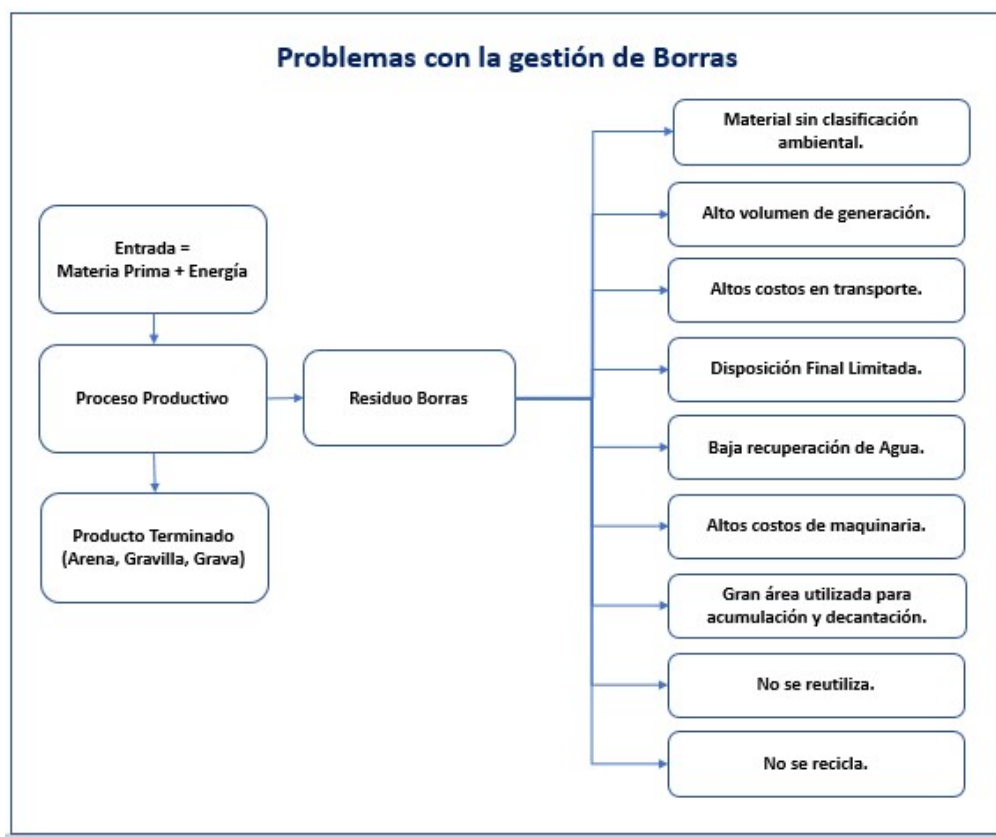


Ilustración 20 Problemas que se presentan en la gestión actual de las Borrás en Planta Lo Blanco.

Como la borra se encuentra compuesta de Limos, Arcillas y Agua se puede asumir que es un residuo no peligroso y por ende nuestro mayor problema para su disposición final sería el contenido de agua. Pero para poder garantizar esto, es necesario revisar la legislación vigente y cuales normativas son aplicables a la industria de los áridos y a este residuo.

10.2. Anexo II - Tipos de Residuos, Clasificación y Legislación.

En el país los residuos son clasificados según su origen, de acuerdo a esto encontramos los Residuos Domiciliarios (denominado generalmente como basura), Residuos Municipales (limpieza de calles y mantención de parques), Residuos Hospitalarios (desechos de hospitales), Residuos de la Construcción (escombros), Residuos Sólidos Industriales (RISES, cualquier material descartado de un proceso industrial o semi industrial) y los Residuos Industriales Líquidos (RILES, aguas de desecho descartado de un proceso industrial o semi industrial) . Todos estos tipos de residuos son clasificables en peligrosos y no peligrosos. Para los primeros existe una normativa completa basada en el DS n°148¹⁵, pero para los residuos no peligrosos no existe una normativa específica solo se encuentran regulados por el artículo 20 del DS n°594¹⁶ sobre condiciones sanitarias y ambientales básica en los lugares de trabajo.

En la planta de áridos Lo Blanco se generan distintos tipos de residuos, de acuerdo con la clasificación anterior tenemos residuos domiciliarios, residuos sólidos industriales peligrosos y no peligroso (ver Ilustración 22).

¹⁵ Decreto Supremo 148 <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=226458> APRUEBA EL REGLAMENTOSANITARIO SOBRE MANEJO DE RESIDUOS PELIGORSOS.

¹⁶ Decreto Supremo 594 <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=167766> APRUEBA REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BASICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO

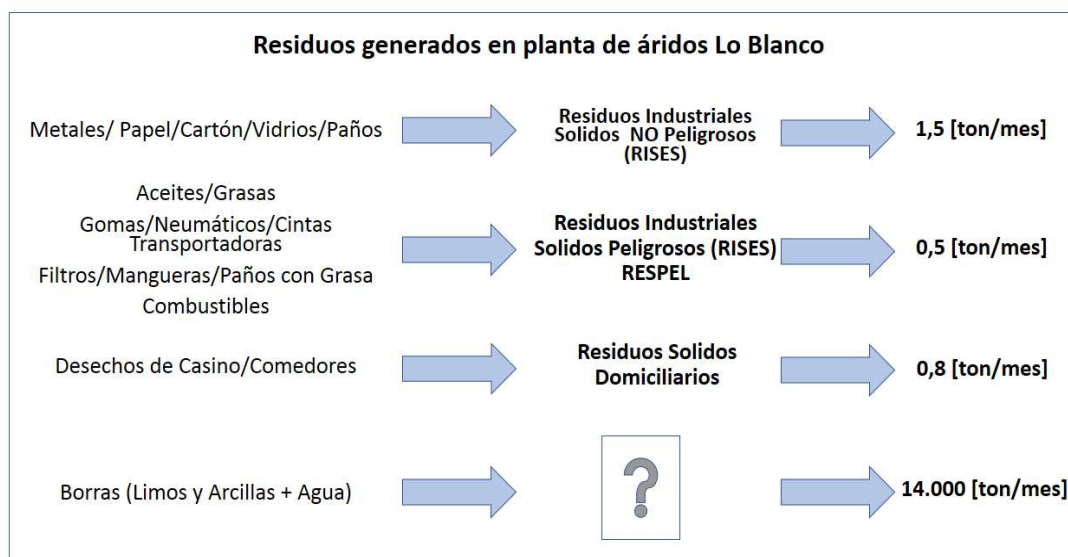


Ilustración 21 Residuos generados en planta de áridos Lo Blanco

Podemos ver que en general para todos los residuos generados contamos con una clasificación, lo que nos permite determinar de qué forma debe ser tratado el residuo. Por ejemplo, para los RISES no peligrosos y Domiciliarios se utiliza la empresa Texinco Ltda. y para los RISES peligrosos se utiliza a la empresa Via Limpia SpA. Ambas empresas se encuentran certificadas y proporcionan el servicio de gestión y manejo de estos residuos. Los residuos de metales y fierros son tratados de forma diferenciada, debido a existe un pequeño mercado para este residuo, que permite que sean vendidos por kilo.

Los volúmenes generados de los residuos anteriormente descritos son despreciables comparado con el volumen de generación de Borras. Actualmente no se encuentra una clasificación para las Borras, ya que estas no quedan catalogadas como Residuos Peligrosos debido a que no contiene elementos contaminantes (D.S. 148), tampoco se encuentran en el listado de clasificación de Residuos No Peligrosos (D.S.594) y tampoco dentro de la clasificación de RILES ya que esta está enfocada a los desechos que son vertidos de forma líquida pero que contienen de metales pesados, vectores sanitarios y alto material orgánico, lo cual no es nuestro caso.

Si bien, no se encuentra una clasificación para las Borrás, la normativa ambiental define el concepto de residuo como:

“cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención o la obligación de desprenderse. Los residuos NO peligrosos se acotan de forma pasiva, es decir, entendiendo residuo no peligroso como todo aquel residuo que no reúna características para considerarlo peligroso.

En este orden de cosas los residuos NO peligrosos generados por las actividades industriales se pueden clasificar, principalmente, en los siguientes tipos:

- *Residuos urbanos o municipales*
- *Residuos industriales inertes*
- *Residuos no peligrosos valorizables*
- *Residuos no peligrosos no valorizables*
- *Residuos de construcción y demolición*

Por residuo NO peligroso o inerte debemos entender aquel residuo que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas; los residuos NO peligrosos o inertes no son combustibles, ni reaccionan física ni químicamente de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana; la lixiviabilidad, la cantidad de contaminantes de los residuos y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes en el caso de un residuo NO peligrosos.”¹⁷

En el Artículo 90 del DS n°148 - Lista B- Residuos No Peligrosos¹⁸, se presenta un listado de residuos catalogados como no peligrosos y sus características.

¹⁷ <http://www.respel.cl/ResiduosPeligrosos/index.php/residuos-no-peligrosos> (fragmento de definición residuos no peligrosos RESPEL)

¹⁸ Lista B residuos No Peligrosos <http://www.respel.cl/ResiduosPeligrosos/index.php/residuos-no-peligrosos>

En la Lista B no se encuentran las Borrás tampoco los Limos o las Arcillas o algún elemento parecido. Ahora de acuerdo con la composición química y sus características físicas, se puede determinar que corresponde a un residuo No Peligroso (debe ser certificado) y podría ser clasificado dentro de los siguientes tipos:

- Residuos industriales inertes.
- Residuos no peligrosos valorizables.
- Residuos no peligrosos no valorizables.

Por el volumen generado y por tratarse de un proceso productivo similar al minero, es importante conocer si existe algún tipo de legislación adicional que norme este residuo.

Legislación Áridos y Nueva Ley REP 20920

Independiente del tipo de árido y su ubicación, se puede indicar que su explotación y proceso productivo no tienen en el ordenamiento jurídico chileno una regulación sistemática. Para poder determinar bajo que normas se rige la explotación y procesamientos de áridos, se analizarán las distintas leyes y normativas existentes, con el fin de identificar bajo que regulaciones desarrollaremos nuestro modelo de gestión de residuos.

Legislación para los Áridos

Un punto de inicio para determinar qué régimen jurídico es aplicable a este tipo de bienes es la Constitución Política de la República que, en su artículo 19 N°24, inciso 6° y 7°, declara que:

“El Estado tiene el dominio absoluto, exclusivo, inalienable e imprescriptible de todas las minas, comprendiéndose dentro de éstas las covaderas, las arenas metalíferas, los salares, los depósitos de carbón e hidrocarburos y las demás sustancias fósiles, con excepción de las arcillas superficiales...”

“Corresponde a la ley determinar qué sustancias de aquellas a que se refiere el inciso precedente, exceptuados los hidrocarburos líquidos y gaseosos, pueden ser objeto de concesión es de exploración y explotación.”

En consecuencia, se excluyen las arcillas superficiales del régimen de propiedad estatal y, en consecuencia, del régimen concesional tal como se desprenden de la Ley N°18.097 Orgánica de Concesiones Mineras (“LOCCM”) que prescribe, en su artículo 5°, inciso 3° lo siguiente:

“No se consideran sustancias minerales las arcillas superficiales, las salinas artificiales, las arenas, rocas y demás materiales aplicables directamente a la construcción, todas las cuales se rigen por el derecho común o por las normas especiales que a su respecto dicte el Código de Minería”

Ahora, el Código de Minería¹⁹ reitera en relación a esto, la misma idea en su artículo 13, excluyendo a la extracción de áridos, rocas y demás materiales aplicables directamente a la construcción de las normas aplicables a las sustancias concesibles que regula el Código de Minería.

“Artículo 13. No se considerarán sustancias minerales y, por tanto, no se rigen por el presente Código, las arcillas superficiales y las arenas, rocas y demás materiales aplicables directamente a la construcción”.

De acuerdo a lo anterior, y dado que el Código de Minería no contiene ninguna norma particular, además de la que excluyó a los áridos, rocas y demás materiales aplicables directamente a la construcción. Su explotación y proceso productivo queda regido por el derecho común. Las limitaciones a la explotación y procesamiento de áridos quedan sometida a la Ley 19300²⁰, en la que se indica que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental.

¹⁹ Lo mismo ocurre con el Reglamento de Seguridad Minera que expresamente señala en su Artículo 7 que: Para los efectos de este Reglamento, no se considerarán faenas mineras, las refinerías de petróleo, las industrias metalúrgicas no extractivas, las fábricas de vidrio, cemento, ladrillos, cerámica o similares, como también, las que expresamente señala el Código de Minería, vale decir: las arcillas superficiales y las arenas, rocas y demás material aplicables directamente a la construcción; tampoco se consideran faenas mineras las salinas artificiales formadas.

²⁰ LEY N°19300 SOBRE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE, artículo 10, letra i) proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como extracción industrial de áridos, turba o greda. <http://www.sea.gob.cl/documentacion/guias-evaluacion-impacto-ambiental/articulo-11-ley-19-300>

La única norma especial, se encuentra en la Ley de Rentas Municipales, que permite a la Municipalidad cobrar derechos municipales por la extracción de áridos desde pozos de propiedad particular, para esto se debe contar con un permiso municipal.

Bajo este contexto la legislación ambiental vigente a aplicar es la utilizada para los desechos industriales.

Nueva Ley 20.920²¹

Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje. Tiene como objeto disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, a través de la instauración de la responsabilidad extendida del productor y otros instrumentos de gestión de residuos, con el fin de proteger a las personas y el medio ambiente.

Esta nueva ley es un instrumento económico de gestión que obliga a los fabricantes de ciertos productos, a organizar y financiar la gestión de los residuos derivado de sus procesos productivos. Si bien está enfocada a productores o importadores de productos prioritarios en algún momento esta será generalizada abarcando a todos los generadores de residuos. Por esta razón es necesario tener en consideración esta nueva ley en el modelo de gestión a proponer.

Los productos prioritarios están relacionados con los siguientes elementos:

- Aceites y Lubricantes
- Aparatos eléctricos y electrónicos
- Baterías
- Pilas
- Envases y embalajes
- Neumáticos

²¹ <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1090894>

Se establecen estos productos como prioritarios debido a que son productos de consumo masivo, de volumen significativo, la mayoría son residuos y son factibles de valorizar.

Lo que busca esta Ley es que todos los productores o importadores de estos productos deben hacerse cargo de los bienes una vez terminada su vida útil. La Responsabilidad Extendida del Productor (REP) obliga a los productores y empresarios prioritarios a registrarse en un catastro público, a organizar y financiar la recolección y tratamiento de los productos recolectados a través de un sistema de gestión, asegurar que el tratamiento se realice por personal autorizado y cumplir con metas de recolección y valorización de estos productos. A los consumidores los obliga a separar y entregar el residuo prioritario a un gestor autorizado. Y a los gestores de residuos a estar registrados en el Ministerio de Medio Ambiente, y a declarar la naturaleza, volumen o cantidad, costos, origen, tratamiento y destino de los residuos, a través de un “Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes”.

Conclusiones

Como hemos visto el problema de gestión de la Borrás como residuo no es un problema menor, esto debido a que los volúmenes generados son altos, se cuenta con limitados puntos de disposición final, no tiene una clasificación definida en la normativa vigente, la industria de los áridos tampoco cuenta con una legislación específica y queda fuera de la Ley minera. Por esta razón debe ser tratada como cualquier industria, quedando normada por la Ley 19300 y toda normativa referente a desechos industriales no peligrosos. Con respecto a la nueva Ley 20.920, se determinó que actualmente no tiene implicancia sobre nuestro residuo al no ser catalogado como residuo prioritario. Pero si tiene que ser considerada dentro del modelo a proponer debido a que esto pudiese variar en el tiempo.

En la industria este desecho se trata de manera superficial y con poca importancia, pero los recursos y los escasos puntos de disposición final en la gestión realizada por planta Lo Blanco requieren que se le preste la atención necesaria.

10.3. Anexo III – Detalle de Proyectos

A. Proyección y flujo de caja proyecto Filtro Prensa

Tabla 16 Proyección de producción y generación de borra con y sin proyecto, en metros cúbicos.

ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción		840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000
Borra líquida (Situación actual)		84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000
Borra seca (c/Proyecto Filtro Prensa)		33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17 Proyección de costos actuales sin proyecto, en millones de pesos.

ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Comercialización de borras		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maquinaria		67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
Flete		255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
Botadero		59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
Costos Actuales sin Proyecto		381	381	381	381	381	381	381	381	381	381

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18 Proyección de costos del proyecto, en millones de pesos.

ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Energía		-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27
RRHH		-29	-29	-29	-29	-29	-29	-29	-29	-29	-29
Piezas Desgaste		-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38
Maquinaria		-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10
MyR		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Flete		-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102
Botadero		-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24
Costos con proyecto		-232	-232	-232	-232	-232	-232	-232	-232	-232	-232

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19 Proyección de depreciación.

ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Filtro		-21.8	-21.8	-21.8	-21.8	-21.8	-21.8	-21.8	-21.8	-21.8	-21.8
Bomba de llenado		-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
Compresor		-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
Armario PLC		-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Armario Neumático		-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Piping		-2.7	-2.7	-2.7	-2.7	-2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Silo		-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-1.9
Total Depreciación		-33	-33	-33	-33	-33	-26	-26	-26	-26	-26

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20 Flujo de caja proyecto filtro prensa.

Filtro Prensa

Ítem	Unidad	Valor
Dólar	\$/US\$	665
UF	\$/UF	26639,57
Tasa Impuesto	%	20%
Tasa Descuento	% Anual	13%
Gastos de Instalación	MM\$	123
Inversión	MM\$	362
Payback	Años	6
VAN	MM\$	217
TIR	%	23%

FLUJO DE CAJA

ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción		840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000
Borra líquida (Situación actual)		84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000
Borra seca (c/Proyecto Filtro Prensa)		33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600
Ingresos por ahorros de gastos actuales		381	381	381	381	381	381	381	381	381	381
Egresos con implementacion del proyecto		-232	-232	-232	-232	-232	-232	-232	-232	-232	-232
Depreciación de equipos por proyecto actual		-33	-33	-33	-33	-33	-26	-26	-26	-26	-26
Utilidad Antes de Impuesto		117	117	117	117	117	123	123	123	123	123
Impuesto		-23	-23	-23	-23	-23	-25	-25	-25	-25	-25
Utilidad Después de Impuesto		93	93	93	93	93	99	99	99	99	99
Total Depreciación		33	33	33	33	33	26	26	26	26	26
Gasto de Instalación	-123										
Inversión	-362										
Recuperación Inversión											65
Flujo Neto de Fondos	-485	126	126	126	126	126	125	125	125	125	190
Payback	-485	112	99	88	77	69	60	53	47	42	56
	-485	-373	-274	-187	-109	-41	19	72	119	161	217
		0	0	0	0	0	6	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

B. Inversión y costos de operación Filtro Prensa

Tabla 21 Inversión Filtro Prensa

Equipos	Monto		Vida Útil Años	Depreciación		Valor Res. \$	Observación
	US\$	\$		\$/Año	\$/mes		
Filtro	410,000	272,650,000	10	21,812,000	1,817,667	54,530,000	20% valor residual
Bomba de llenado	17,000	11,305,000	10	904,400	75,367	2,261,000	20% valor residual
Compresor	30,000	19,950,000	10	1,596,000	133,000	3,990,000	20% valor residual
Armario PLC	30,000	19,950,000	5	3,990,000	332,500	0	
Armario Neumático	2,000	1,330,000	5	266,000	22,167	0	
Piping	20,000	13,300,000	5	2,660,000	221,667	0	
Silo acumulación	35,000	23,275,000	10	1,862,000	155,167	4,655,000	20% valor residual
Total	544,000	361,760,000		33,090,400	2,757,533	65,436,000	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22 Gastos de Montaje

Equipos	Monto		Observación
	US\$	\$	
Estudios	15,000	9,975,000	
Hormigón	10,000	6,650,000	
Fierro	22,000	14,630,000	
Plataformas	15,000	9,975,000	
Grúas	10,000	6,650,000	
Fletes	1,500	997,500	
Montaje Mecánico	30,000	19,950,000	
Montaje OCCC	25,000	16,625,000	
Montaje Eléctrico	30,000	19,950,000	
Otros	10,000	6,650,000	
Imprevistos 10%	16,850	11,205,250	
Total	185,350	123,257,750	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23 Costos de Operación Filtro Prensa

Item	BASE		US	COSTO UNITARIO		Cant.Anual	Costo Op.	Observación
	nº	Unidad		Valor	Unidad		\$/Año	
Total RRHH	3	Per/mes		800,000	\$/persona	36	28,800,000	
Juegos de Telas	2	Juegos/Año	\$ 20,000	13,300,000	\$/juego	2	26,600,000	
Forros Metálicos	1	Juego/Año	\$ 6,000	3,990,000	\$/juego	1	3,990,000	
Collarín	1	Juego/Año	\$ 11,400	7,581,000	\$/juego	1	7,581,000	
Total Piezas Desgaste							38,171,000	
Consumo	34,386	KWH/mes		65	\$/KWH	412,633	26,821,113	
Potencia	70	KW		600	\$/KW	840	504,000	
Total Energía							27,325,113	
Total Maquinaria	2,800	m3/mes		300	\$/m3	33,600	10,080,000	
Total Mantenimiento y Reparación	2,800	m3/mes		50	\$/m3	33,600	1,680,000	
TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN							133,381,225	

Fuente: Elaboración propia.

C. Proyección y flujo de caja proyecto Piscinas arriendo terreno

Tabla 24 Proyección de producción y generación de borra con y sin proyecto, en metros cúbicos.

ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción		840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000
Borra líquida (Situación actual)		84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000
Borra seca (c/Proyecto Filtro Prensa)		33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25 Proyección de costos actuales sin proyecto, en millones de pesos.

ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Comercialización de borras		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maquinaria		67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
Flete		255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
Botadero		59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
Costos Actuales sin Proyecto		381	381	381	381	381	381	381	381	381	381

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26 Proyección de costos del proyecto, en millones de pesos.

ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Arriendo Terreno		-163	-163	-163	-163	-163	-163	-163	-163	-163	-163
Maquinaria		-101	-101	-101	-101	-101	-101	-101	-101	-101	-101
Flete		-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102
Botadero		-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24
Costos con proyecto		-390	-390	-390	-390	-390	-390	-390	-390	-390	-390

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27 Proyección de depreciación.

ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Depreciación		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28 Flujo de caja proyecto arriendo terreno para piscinas.

FLUJO DE CAJA											
ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volúmenes (m3/año)											
Producción		840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000
Borra líquida (Situación actual)		84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000
Borra seca (c/Proyecto Filtro Prensa)		33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600
Ingresos por ahorros de gastos actuales		381	381	381	381	381	381	381	381	381	381
Egresos con implementacion del proyecto		-390	-390	-390	-390	-390	-390	-390	-390	-390	-390
Depreciación de equipos por proyecto actual		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad Antes de Impuesto		-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
Impuesto											
Utilidad Después de Impuesto		-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
Total Depreciación		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasto de Instalación	-59										
Inversión	0										
Recuperación Inversión											0
Flujo Neto de Fondos	-59	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
Payback	-59	-7	-7	-6	-5	-5	-4	-4	-3	-3	-2
	-59	-66	-72	-78	-83	-88	-92	-95	-99	-101	-104
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

D. Inversión y costos de operación arriendo terreno

Tabla 29 Gastos de Montaje

Equipos	Monto		Observación
	US\$	\$	
Estudios			
Hormigón			
Fierro			
Plataformas			
Grúas			
Fletes			
Montaje Mecánico			
Montaje OCCC			
Montaje Eléctrico			
Otros	80,000	53,200,000	Habilitación terreno secado borras, restituir terreno para entrega.
Imprevistos	8,000	5,320,000	10% imprevistos
Total	88,000	58,520,000	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30 Costos de Operación Filtro Prensa

Item	BASE		COSTO UNITARIO		Cant.Anual	Costo Op.	Observación
	nº	Unidad	Valor	Unidad		\$/Año	
Total Arriendos	3	Hta/mes	4,534,410	\$/Terreno	36	163,238,760	Terrenos sector poniente
Excavadora	7,000	m3/mes	750	\$/m3	84000	63,000,000	
Cargador Frontal	2,800	m3/mes	300	\$/m3	33600	10,080,000	
Tolvas	7,700	m3/mes	300	\$/m3	92400	27,720,000	
Total Maquinaria						100,800,000	
TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN						264,038,760	

Fuente: Elaboración propia.

E. Comparación costos operación distintas propuestas

Tabla 31 Comparación costos de operación distintas propuestas.

Situación Actual Borra líquida enviada a botadero	
%Volumen Final/Volumen Inicial	100%
% Agua recuperada	0%
Volumen de Borra Procesada [m3/mes]	7,000
Venta de Borra [m3/mes]	-

Operación	MM\$/mes	\$/m3	%
Dep Excavadora	1.00	14.29	
Operador	1.40	20.00	
Mantenion y Reparación	1.00	14.29	
Petroleo	2.20	31.43	
		-	
Total Maquinaria			18%
Flete Botadero	21.28	304.00	67%
Botadero	4.90	70.00	15%
Depreciación	-	-	
Costo Total	31.78	454	
Resultado [Mes]	31.78		

Resultado [Año]	381.36		100%
------------------------	---------------	--	-------------

Situación Propuesta 1 Inversión Filtro Prensa	
%Volumen Final/Volumen Inicial	40%
% Agua recuperada	60%
Volumen de Borra Procesada [m3/mes]	2,800
Venta de Borra [m3/mes]	-

Operación	MM\$/mes	\$/m3	%
Energía	2.28	32.53	
RRHH	2.40	34.29	
Piezas de desgaste	3.2	45.44	
Maquinaria	0.8	12.00	
Mantenición y Reparación	0.1	2.00	
Total Maquinaria			38%
Flete Botadero	8.51	121.60	37%
Botadero	1.96	28.00	8%
Depreciación	3.78	54.07	16%
Costo Total	23.09	330	
Resultado [Mes]	23.09		

Resultado [Año]	277.14		100%
------------------------	---------------	--	-------------

Payback	Años	6
VAN	MM\$	217
TIR	%	23%

Fuente: Elaboración propia.

Situación Propuesta 2 Terreno arrendado para secado	
%Volumen Final/Volumen Inicial	40%
% Agua recuperada	60%
Volumen de Borra Procesada [m3/mes]	2,800
Venta de Borra [m3/mes]	-

Operación	MM\$/mes	\$/m3	%
Arriendo	13.60	194.3	
Excavadora	5.25	75.0	
Cargador Frontal	0.8	12.0	
Flete Interno	2.31	33.0	
Total Maquinaria			68%
Flete Botadero	8.51	121.6	26%
Botadero	1.96	28.0	6%
Depreciación		-	
Costo Total	32.48	464	
Resultado [Mes]	32.48		

Resultado [Año]	389.70		100%
------------------------	---------------	--	-------------

F. Flujo de caja final

Tabla 32 Flujo de caja considerando recuperación de agua, disminución de CO2 y liberación de terreno.

Filtro Prensa

Ítem	Unidad	Valor
Tasa Impuesto	%	20%
Tasa Descuento	% Anual	13%
Payback	Años	5
VAN	MM\$	330
TIR	%	28%

FLUJO DE CAJA

Proyección de producción, generación de Borra con y sin proyecto.

ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción		840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000	840,000
Borra líquida (Situación actual)		84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000
Borra seca (c/Proyecto Filtro Prensa)		33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600

Costos Actuales sin Proyecto		381	381	381	381	381	381	381	381	381	381
------------------------------	--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Proyección de costos con proyecto y valorizaciones.

ITEM	AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Energía		-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27
RRHH		-29	-29	-29	-29	-29	-29	-29	-29	-29	-29
Piezas Desgaste		-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38	-38
Maquinaria		-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10
MyR		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Flete		-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102	-102
Botadero		-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24
CO2 (valorización)		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Rec. Agua (valorización)		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
[m2] liberados		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Costos con proyecto		-206	-206	-206	-206	-206	-206	-206	-206	-206	-206

Total Depreciación		-33	-33	-33	-33	-33	-26	-26	-26	-26	-26
--------------------	--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Utilidad Antes de Impuesto		143	143	143	143	143	150	150	150	150	150
Impuesto		-29	-29	-29	-29	-29	-30	-30	-30	-30	-30
Utilidad Después de Impuesto		114	114	114	114	114	120	120	120	120	120
Total Depreciación		33	33	33	33	33	26	26	26	26	26
Gasto de Instalación	-123										
Inversión	-362										
Recuperación Inversión											65
Flujo Neto de Fondos	-485	147	147	147	147	147	146	146	146	146	211

Payback	-485	130	115	102	90	80	70	62	55	49	62
	-485	-355	-240	-138	-47	33	103	165	219	268	330
		0	0	0	0	5	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia.

