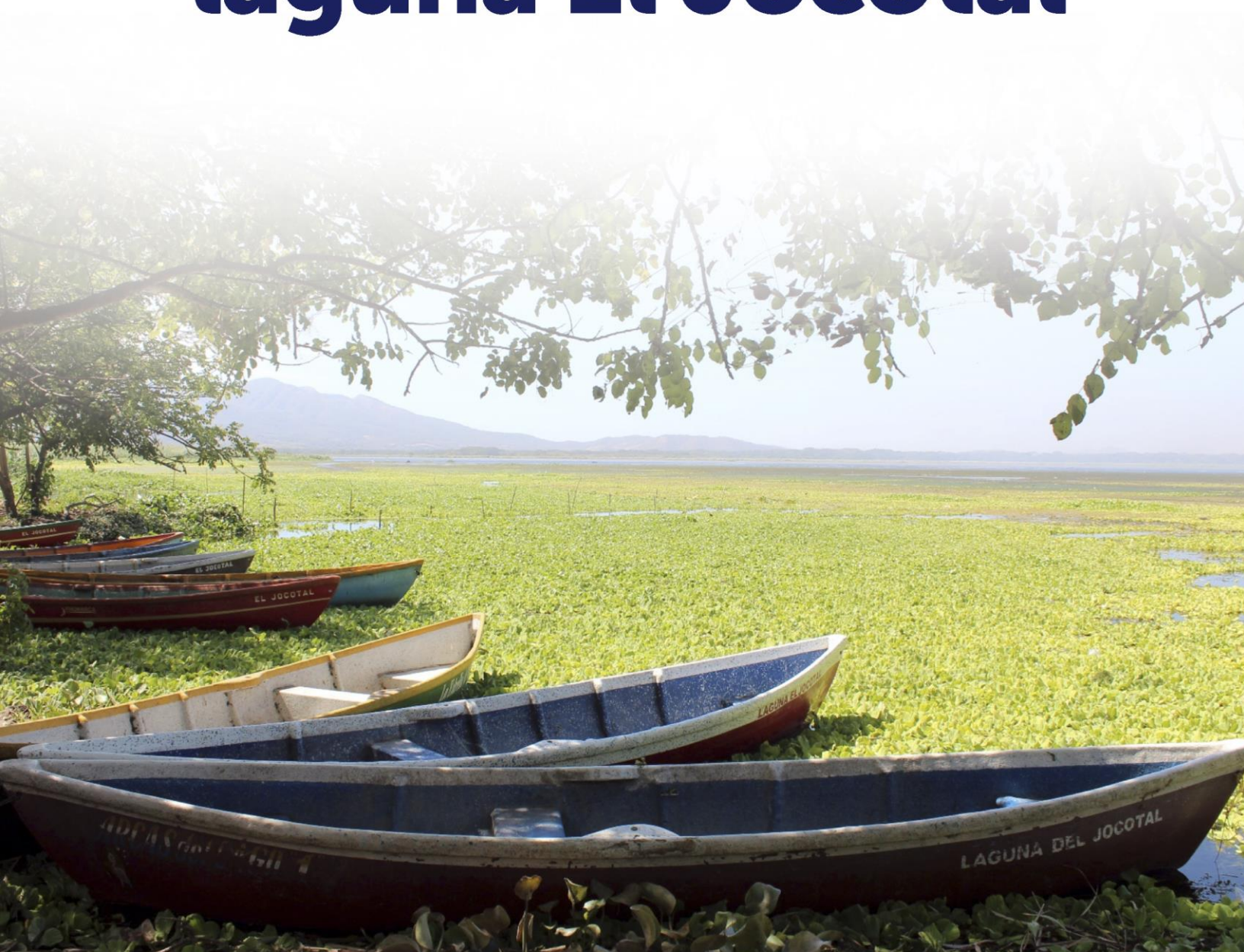




MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

Informe de la prueba de cogeneración de energía
con plantas invasoras secas del humedal
laguna El Jocotal





MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

**Informe de la prueba de cogeneración de energía
con plantas invasoras secas del humedal**

laguna El Jocotal

Informe de la prueba de cogeneración de energía, con plantas invasoras secas, del humedal laguna El Jocotal.

Fernando Andrés López Larreynaga
Ministro

Alex Michel Hasbun Gadala María
Viceministro

Miguel Gallardo
Director de Ecosistemas y Vida Silvestre

Javier Arturo Magaña
Gerente de Áreas Naturales Protegidas

Coordinación

Koji Asano, Jefe de Equipo de Expertos de JICA

Jaime Javier Espinoza Navarrete, Jefe de Unidad de Humedales del MARN

Elaboración

Marcela Lemus, Coordinadora Técnica del Proyecto MARN-JICA

Revisión Técnica

Rosalba Alvarenga Parada, Técnica de Unidad de Humedales del MARN

Yukio Nagahama, JICA experto en educación ambiental y Gestión de humedales

Edición y diseño

Unidad de Comunicaciones del MARN

Primera edición, 2018
50 ejemplares

Segunda edición, noviembre 2020

Este documento ha sido financiado con fondos de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA, por su sigla en inglés), a través del Proyecto para el Manejo Integral de los Humedales en las lagunas de Olomega y El Jocotal.

Este documento puede ser reproducido todo o en parte, reconociendo los derechos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Kilómetro 5 ½ carretera a Santa Tecla, calle y colonia Las Mercedes, Edificios MARN, instalaciones ISTA, San Salvador, El Salvador, Centroamérica.

Teléfono: (+503) 2132-6276

Sitio web: www.marn.gob.sv

Correo electrónico: medioambiente@marn.gob.sv

Facebook: www.facebook.com/marn.gob.sv

Twitter: @MedioAmbienteSV

Youtube: youtube.com/MarnSV

Instagram: @marn_elsalvador

Contenido

Introducción	2
Materiales, métodos y resultados	3
Material	3
Análisis preliminar de plantas acuáticas invasoras	5
Análisis de caracterización de cenizas	6
Coordinación con Alcaldía El Tránsito, comunidad e Ingenio Chaparrastique	6
Extracción de plantas acuáticas invasoras	7
Transporte de plantas invasoras recolectadas de la laguna El Jocotal a las lavas del volcán Chaparrastique	9
Proceso de secado	9
Transporte de plantas invasoras secas desde el volcán Chaparrastique hasta el Ingenio Chaparrastique	10
Seguimiento a la cogeneración	12
Conclusión	13
Lecciones para ampliar el control de plantas invasoras	14
Anexos	15

Siglas y acrónimos

ADESCO	Asociación de Desarrollo Comunal
JICA	Agencia de Cooperación Internacional de Japón
MARN	Ministerio de Medioambiente y Recursos Naturales
ONG	Organización No Gubernamental

Abreviaturas

Etc.	Etcétera
N°	Número

Simbología

>	Mayor que
%	Porcentaje
Al ₂ O ₃	Óxido de aluminio
BTU	Unidad Térmica Británica (del inglés British Thermal Unit)
°C	Grado Celsius
CaO	Óxido de calcio
cm	Centímetro
Cl	Cloro
CO ₂	Dióxido de carbono
° F	Grado Fahrenheit
Fe ₂ O ₃	Óxido de hierro III
K ₂ O	Óxido de potasio
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
lb	Libra
m	Metro
m ³	Metro cúbico
MgO	Óxido de magnesio
Na ₂ O	Óxido de sodio
P ₂ O ₅	Óxido de fósforo V
S	Azufre
SiO ₂	Óxido de fósforo
SO ₃	Óxido de azufre III
TiO ₂	Óxido de titanio

Listado de Figuras

Figura 1	Diagrama de flujo de actividades
Figura 2	Jacinto de agua (<i>Eichhornia crassipes</i>)
Figura 3	Natón (<i>Pontederia rotundifolia</i>)
Figura 4	Lechuga de agua (<i>Pistia stratioides</i>)
Figura 5	Carrizo (<i>Phragmites australis</i>)

Figura 6	Cola de pato (<i>Sagittaria lancifolia</i>)
Figura 7	Recolección de muestras con el apoyo de guardarecursos.
Figura 8	Identificación de muestras previo a la entrega.
Figura 9	Presentando resultados de análisis de cenizas.
Figura 10	Visita al Ingenio Chaparrastique para coordinar la prueba de cogeneración.
Figura 11	Reunión en la Alcaldía
Figura 12	Reunión con líder comunitario
Figura 13	Ubicación de La Playita dentro de la laguna El Jocotal
Figura 14	Voluntarios recogiendo plantas acuáticas invasoras.
Figura 15	Trasladando plantas invasoras.
Figura 16	Descargando plantas invasoras.
Figura 17	Colocando temporalmente las plantas invasoras en un plástico negro.
Figura 18	Medición del peso de plantas invasoras para verificar la cantidad de plantas invasoras recolectadas
Figura 19	Un miembro del personal de la Alcaldía El Tránsito participando.
Figura 20	Cargando de planta invasora para transferir lavas del volcán Chaparrastique.
Figura 21	Descarga de plantas invasoras para su secado sobre una malla denominada “malla sarán”.
Figura 22	Descarga de plantas invasoras sobre lavas para que se sequen.
Figura 23	Dispersando las plantas invasoras para el secado.
Figura 24	Certificado de peso
Figura 25	Plantas invasoras secas
Figura 26	Recolectando plantas invasoras secas.
Figura 27	Cargando plantas secas.
Figura 28	Transportando plantas secas para la cogeneración.
Figura 29	Personal del Ingenio Chaparrastique, ayudando al proceso de descarga.
Figura 30	Descarga de plantas invasoras en el Ingenio Chaparrastique
Figura 31	Confirmando la calidad de las plantas invasoras entregadas.
Figura 32	Acordaron quemarlo con caña de azúcar.
Figura 33	Análisis elemental de ceniza en natón y lechuga de agua
Figura 34	Temperatura de fusión de ceniza en natón y lechuga de agua
Figura 35	Último análisis en natón
Figura 36	Último análisis en lechuga de agua
Figura 37	Lista de verificación para la organización de la prueba de cogeneración
Figura 38	Voluntarios para extracción y carga / descarga de material (hoja 1)
Figura 39	Voluntarios para extracción y carga / descarga de material (hoja 2)

Listado de Tablas

Tabla 1	Análisis de muestras de plantas invasoras de la laguna El Jocotal
---------	---

Introducción

Las plantas acuáticas invasoras representan un problema mundial en el manejo de los humedales.

La presencia excesiva de esta vegetación disminuye la concentración de oxígeno en el agua poniendo en peligro especies nativas de peces, amenazando a otras especies vegetales acuáticas nativas, por la reducción de la luz solar en el cuerpo de agua, la acumulación de sedimentos en el fondo de los humedales luego de la muerte de las plantas invasoras, la reproducción de mosquitos en algunas especies y el bloqueo de la navegación que afecta directamente el sustento de pescadores y personas dependientes de las actividades turísticas.

En El Salvador, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) viene trabajando en la extracción de estas plantas en diferentes humedales, realizando campañas de extracción con voluntarios de diferentes sectores: asociaciones comunitarias, grupos de pescadores, grupos religiosos, estudiantes universitarios, agricultores, ONG, alcaldías y el sector privado.

En 2016, el MARN recolectó 135.4 toneladas de plantas invasoras en la laguna El Jocotal, uno de los siete sitios Ramsar del país.

El material extraído en estas campañas no está siendo ampliamente utilizado, excepto para alimentar a los animales que pertenecen a la gente de los humedales (pollos, cerdos y ganado), agregando materia orgánica a las tierras agrícolas cercanas o rellenando huecos en caminos rurales.

El Proyecto para el Manejo Integral de los Humedales en las Lagunas de Olomega y El Jocotal implementado por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) y el MARN está buscando nuevas alternativas de uso para este material bajo su proyecto piloto.

El título del proyecto piloto es “Mejoramiento de ecosistemas de humedales y hábitat de vida silvestre de las lagunas El Jocotal y Olomega”.

El proyecto MARN-JICA decidió realizar una prueba de cogeneración eléctrica, que tiene como objetivo evaluar la calidad del material para producir electricidad, así como, la viabilidad de esta.

Con el fin de obtener información básica de la logística de dicha actividad (incluyendo organizaciones de voluntarios, costo de transporte, días requeridos para secar el material, etc.), se realizó esta primera prueba para recolectar los datos requeridos en abril de 2018.

Materiales, métodos y resultados

Diagrama de flujo sobre el trabajo de estas actividades se muestra en la Figura 1. En el Plan de manejo de humedales del proyecto, se llevaron a cabo análisis de problemas, análisis de situación y selección del proyecto piloto.

El proyecto apoyó al personal del MARN, para implementar actividades como la comunicación, la colaboración y el apoyo técnico.

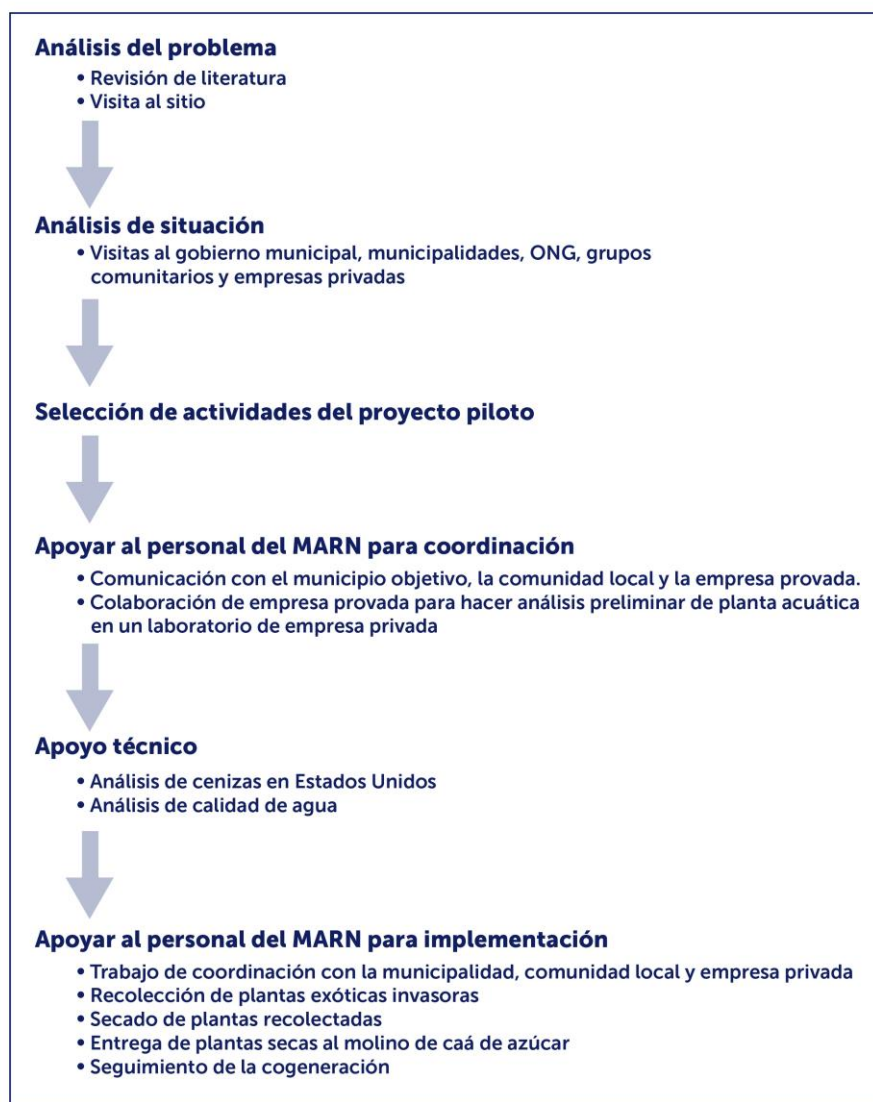


Figura 1. Diagrama de flujo de actividades.

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.

Este documento, se enfocó en el análisis preliminar en la empresa privada, el soporte técnico y la implementación del diagrama de flujo.

Luego de una serie de comunicaciones, el Ingenio de caña de azúcar quedó abierto para recibir cinco muestras de cinco plantas invasoras diferentes de la laguna El Jocotal y, así analizar su composición, especialmente, porcentaje de cenizas y, evaluar si los materiales eran aptos para ser utilizados en las calderas de la fábrica.



Figura 2. Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*)
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018



Figura 3. Natón (*Pontederia rotundifolia*)
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018



Figura 4. Lechuga de agua (*Pistia stratiotes*)
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018



Figura 5. Carrizo (*Phragmites australis*)
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018



Figura 6. Cola de pato (*Sagittaria lancifolia*)

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018



Figura 7. Recolección de muestras con el apoyo de guardarrecursos

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 8. Identificación de muestras previo a la entrega.

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.

El 5 de diciembre de 2017, el Ingenio de Chaparrastique entregó los resultados del análisis, los cuales se detallan en la siguiente Tabla.

Tabla 1.

Análisis de muestras de plantas invasoras de la laguna El Jocotal

RA 17/18

IA DE INFORME 5 dic 17

CÓDIGO DE MUESTRA	FECHA DE ANÁLISIS	REFERENCIA DE LA MUESTRA	PODER DE COMBUSTIÓN NETO /base húmeda)	CENIZAS BASE SECA	UNIDADES	HUMEDAD	PODER DE COMBUSTIÓN BASE SECA	UNIDADES
66401121701	1 dic 17	Natón	721	14.62	BTU/lb	87.78 %	5,896	BTU/lb
66401121701	1 dic 17	Cola de Pato	413	17.41	BTU/lb	93.10 %	5,982	BTU/lb
66401121703	1 dic 17	Lechuga de Agua	594	23.30	BTU/lb	87.62 %	4,801	BTU/lb
66401121704	1 dic 17	Jacinto	442	15.74	BTU/lb	92.32 %	5,755	BTU/lb

OBSERVACIONES: RESULTADO EN BASE HÚMEDA

Nota: la muestra del carrizo no fue procesada por el laboratorio del Ingenio, los motivos no fueron explicados por el personal.

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.

Aun cuando el poder calorífico (poder de combustión) fue muy similar al del bagazo de caña de azúcar (> 6.000 BTU/lb), las plantas acuáticas presentaron altos porcentajes de cenizas cuando las calderas no pueden manejar más del 10 %.

Sin embargo, el porcentaje de cenizas de la “bajera”, que son las hojas secas en la parte inferior de los tallos de la caña de azúcar, alcanza el 14.7.

Por lo tanto, el Ingenio de caña de azúcar solicitó un análisis de caracterización de cenizas, para determinar su composición, mencionando que los componentes más corrosivos fueron el cloro (Cl) y el azufre (S).

Análisis de caracterización de cenizas

El análisis de caracterización de cenizas fue realizado por Hazen Research Inc., un laboratorio ubicado en Colorado, Estados Unidos.

Para este análisis se enviaron dos muestras: natón y lechuga de agua. Los resultados porcentuales de cenizas fueron muy similares a los presentados por el laboratorio del Ingenio de caña de azúcar Chaparrastique: 14.71 % para natón y 27.24 % para lechuga de agua (los informes del laboratorio Hazen se pueden encontrar en los Anexos del 1 al 4).

Los resultados fueron presentados al personal a cargo del proceso de cogeneración en el Ingenio y, luego de su verificación, la composición de las cenizas fue aceptable, para la escala de la prueba. Los parámetros de cloro y azufre no representaron un riesgo potencial que pudiera dañar los equipos de la fábrica. Por tanto, aceptaron realizar la prueba de cogeneración.

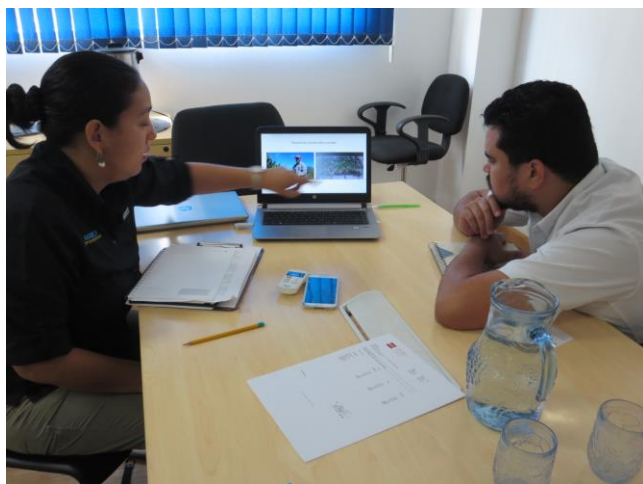


Figura 9. Presentando resultados de análisis de cenizas.
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 10. Visita al ingenio Chaparrastique para coordinar la prueba de cogeneración.
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.

Coordinación con la alcaldía El Tránsito, comunidad e Ingenio Chaparrastique. Una vez que la aprobación de la prueba fue otorgada por el Ingenio Chaparrastique.

Los integrantes del equipo del proyecto se reunieron con personal de la alcaldía de El Tránsito, departamento de San Miguel, buscando su apoyo para la actividad.

Así, ayudaron a organizar un grupo de ocho voluntarios para realizar la extracción de los materiales.

Se contrató a un líder comunitario de El Borbollón, en la laguna El Jocotal, para apoyar la logística en el terreno. Se elaboró una lista de verificación previa al ensayo de cogeneración para organizar toda la logística del proceso (Figura 37).



Figura 11. Reunión en la alcaldía.
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 12. Reunión con líder comunitario.
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.

Extracción de plantas acuáticas invasoras

La fecha de extracción fue el 11 de abril de 2018. El grupo de voluntarios pertenece a la Asociación de Desarrollo Comunitario (ADESCO) “Unidos por El Jocotal”, (la lista de participantes se puede encontrar en la Figura 38). Recibieron algunas instrucciones del líder comunitario previo a la extracción.

Miguel López, guardarrecursos del Área Natural Protegida El Jocotal, también brindó algunas recomendaciones sobre el rescate de especies que pudieran quedar atrapadas en las plantas invasoras.

La actividad de extracción se llevó a cabo en el sitio conocido como “La Playita”, como se ilustra en la Figura 13.

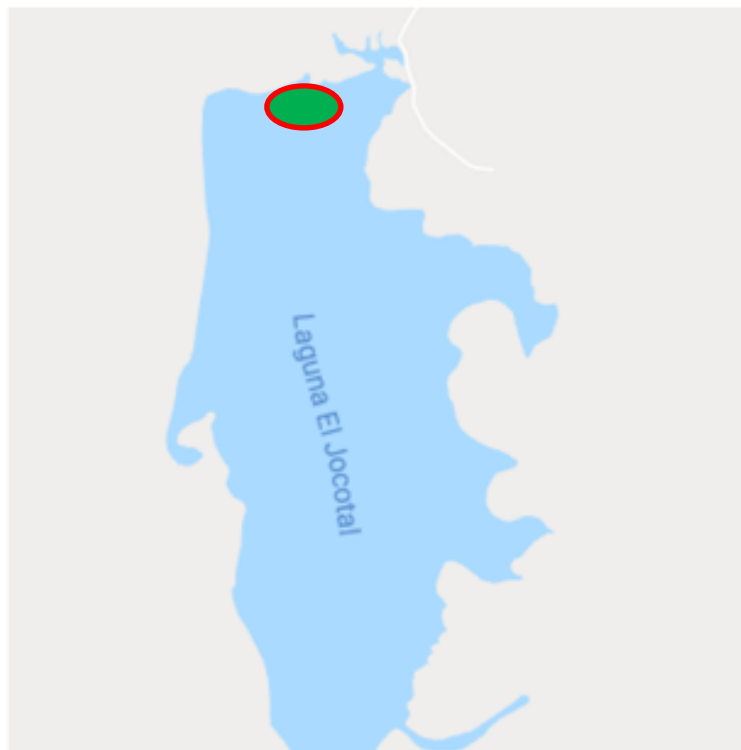


Figura 13. Ubicación de La Playita dentro de la laguna El Jocotal.
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.

Los voluntarios utilizaron cinco lanchas y los que no tenían botas recibieron este equipo. Dos voluntarios utilizaron una lancha para recolectar las plantas acuáticas invasoras, que se colocaron sobre un plástico negro, para evitar la contaminación con sedimentos y rocas, que pudieran dañar las calderas del Ingenio.

Se realizó un promedio de 15 viajes por lancha, durante dos horas de extracción. Una vez que el material estuvo en la orilla de la laguna, se pesó una muestra de plantas invasoras utilizando una balanza convencional.

Se midió un bloque de plantas, con unas dimensiones de 0.50 m x 0.50 m x 0.5 m, para un total de 0.125 m³, equivalente a 68 libras.



Figura 14. Voluntarios recogiendo plantas acuáticas invasoras.

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 15. Trasladando plantas invasoras.

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 16. Descargando plantas invasoras.

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 17. Colocando temporalmente las plantas invasoras en un plástico negro.

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 18. Medición del peso de plantas invasoras para verificar la cantidad de plantas invasoras recolectadas.

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 19. Un miembro del personal de la Alcaldía El Tránsito participando.

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.

Transporte de plantas invasoras, recolectadas de la laguna El Jocotal, a las lavas del volcán Chaparrastique

Un camión de 4.12 m. largo x 0.75 m. alto x 2.3 m. de ancho, se utilizó para transportar las plantas invasoras extraídas de la laguna hasta las lavas del volcán Chaparrastique, totalizando un volumen de 7.1 m³, que se pudo transportar en un solo viaje.

El mismo grupo de voluntarios ayudó con la carga del material en la laguna y su descarga en las lavas. La distancia entre el lugar de extracción en la laguna hasta las lavas del volcán es de 3 km.



Figura 20. Cargando plantas invasoras para transferir a lavas del volcán Chaparrastique.

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 21. Descargando plantas invasoras para su secado sobre una malla denominada "malla sarán".

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.

Proceso de secado

En el lugar de las lavas se utilizó un “plástico negro” para separar el suelo con el material. El material estuvo expuesto al sol directo, desde la tarde del 10 de abril hasta el 13 de abril de 2018. Las plantas invasoras se distribuyeron uniformemente, para asegurar que el secado fuera el mismo.



Figura 22. Descarga de plantas invasoras sobre lavas para que se sequen.

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 23. Dispersando las plantas invasoras para el secado.

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.

La “capa” de material en las lavas tenía unos 25 cm de altura. Durante estos días, el líder comunitario estuvo verificando el proceso de secado y volteando el material con un rastrillo, dos veces al día (mañana y tarde).

Durante este proceso, el cielo estuvo un poco nublado, con algunas lluvias alrededor del área del volcán Chaparrastique. Sin embargo, no llovió en la zona de lavas. Después de tres días, el material se entregó al Ingenio.

Transporte de plantas invasoras secas desde el volcán Chaparrastique hasta el Ingenio Chaparrastique

El 13 de abril, el material fue transportado al Ingenio de caña de azúcar. Sin embargo, no estaba completamente seco.

La logística de entrega se coordinó con el personal de la fábrica, proporcionándole la información del conductor y del vehículo (nombre, identificación y placas del vehículo).

Una vez más, los voluntarios ayudaron con la carga del material seco en las lavas.

La distancia entre las lavas volcánicas y el Ingenio Chaparrastique fue de 22 km. Una vez que llegó el camión, se pesó en la balanza del Ingenio y se registró un peso de 4510 kg.

Luego, el material fue descargado con la ayuda de los trabajadores del Ingenio Chaparrastique, en el lugar indicado por el personal del Ingenio, para continuar con el proceso de secado.

Posteriormente, el camión se pesó vacío y el peso registrado fue de 3890 kg. Por tanto, el peso del material fue de 620 kg de biomasa seca, equivalente a 0.62 toneladas, como se indica en el certificado de peso proporcionado por el Ingenio de caña de azúcar (ver Figura 24).

		INGENIO CHAPARRASTIQUE, S.A. DE C.V. INGENIO AZUCAREROS Y GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA CARRETERA AL CUCO, KM 144 1/2, CANTON EL JUTE, SAN MIGUEL				COMPROBANTE DE PESO	
						SERIE : No : 2	
CLIENTE INGENIO CHAPARRASTIQUE, S.A. DE C.V.		FECHA: 13/04/2018					
DIRECCION SAN MIGUEL							
DEPARTAMENTO SAN MIGUEL							
CANTIDAD KG		PRODUCTO					
620		NINFA					
CONCEPTO		KILOGRAMOS	FECHA	HORA	TONELADAS	QUINTALES	
PRIMER PESO		3,890	13/04/2018	3:15	0.62	13.48	
SEGUNDO PESO		4,510	13/04/2018	2:46			
PESO NETO		620					
OBSERVACION:							
PLACA		78349					
MOTORISTA		ASAEL MARROQUIN					
ORIGINAL-CLIENTE		FIRMA :					
		RECIBIDO					
							
		FIRMA RESPONSABLE					
		ALEX CRUZ					

Figura 24. Certificado de peso.
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 25. Plantas invasoras secas.
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 26. Recolectando plantas invasoras secas.
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 27. Cargando plantas secas.
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 28. Transportando plantas secas para la cogeneración.
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 29. Personal del Ingenio Chaparrastique, ayudando al proceso de descarga.
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 30. Descarga de plantas invasoras en el Ingenio Chaparrastique.
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 31. Confirmando la calidad de las plantas invasoras entregadas.
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



Figura 32. Acordaron quemarlo con bagazo de caña de azúcar.
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.

La planta de cogeneración eléctrica del Ingenio Chaparrastique puede procesar 1920 toneladas de bagazo de caña de azúcar por día, lo que equivale a 80 toneladas por hora.

Si el Ingenio utiliza otro material que no sea el bagazo de caña de azúcar como bajera o astillas de madera, lo mezclarán con bagazo de caña de azúcar, utilizando del 5 al 10 %, de la nueva biomasa. La planta de cogeneración produce electricidad de noviembre a mayo de cada año.

Seguimiento a la cogeneración

Dado que la cantidad de material era demasiado pequeña, no fue posible medir la electricidad producida en las calderas. Sin embargo, este ejercicio ayudó a registrar información importante para llevar a cabo una prueba de cogeneración a mayor escala en la próxima temporada, probablemente noviembre de 2018.

Conclusión

Todo el ejercicio se realizó sin mayores dificultades en la logística. La composición de cenizas de plantas acuáticas en el humedal El Jocotal es apta para ser utilizada como biomasa para cogeneración eléctrica.

El apoyo de la Alcaldía de El Tránsito fue clave para la coordinación de voluntarios. Han estado muy comprometidos en apoyar este tipo de actividades en el humedal con el MARN y pueden ser considerados como importantes aliados para la implementación.

El cuello de botella del proceso fue el transporte. El proveedor del servicio llegó tarde y los voluntarios tuvieron que detenerse un rato con la extracción. En una prueba a mayor escala, se requerirá más de un camión para realizar esta actividad de manera más eficiente.

La malla sarán funcionó bien en las lavas evitando el contacto de las plantas invasoras con el suelo y las rocas, lo cual fue vital para asegurar que el material entregado al Ingenio, cumpliera con los requisitos.

Tres días no fueron suficientes para secar las plantas, en parte debido a las condiciones climáticas. Para esta prueba, el líder de la comunidad ayudó a voltear el material, pero para una prueba más grande, esta actividad no será posible ya que incrementaría el costo de operación.

El personal del Ingenio Chaparrastique estuvo muy dispuesto a apoyar el proceso, a compartir información y experiencias que ya tienen con el proceso de cogeneración eléctrica. Sin embargo, como estaban en la temporada de cosecha de caña de azúcar, era muy difícil comunicarse con ellos.

Lecciones para ampliar el control de plantas invasoras

1. Será necesario identificar junto con la Alcaldía de El Tránsito, grupo de voluntarios de diferentes sectores como pescadores, estudiantes universitarios, ADESCO, iglesias, etc. que podrían estar dispuestos a colaborar para el próximo ensayo de cogeneración.
2. Para la actividad de extracción, es mejor trabajar con grupos pequeños de voluntarios para tener control de la eficiencia del trabajo. Este grupo extrajo todas las plantas invasoras necesarias para llenar el camión en dos horas.
3. Se necesitará suficiente transporte y otros equipos como el minicargador para garantizar el flujo del proceso de transporte.
4. El sector de La Playita tiene un área cubierta con cemento que se puede lavar para colocar las plantas invasoras y evitar el uso de plástico para evitar la adherencia al suelo.
5. Será necesaria al menos una semana para secar los materiales en las lavas y como el volumen será considerablemente mayor no será posible voltearlo. Por tanto, la distribución uniforme de las plantas será clave para el proceso de secado.
6. En caso de realizar una prueba a mayor escala sería necesario coordinar la actividad con el Ingenio Chaparrastique, mientras no hayan comenzado la temporada de cosecha (septiembre de 2018). Estarán más disponibles durante esta época del año e incluso podrían apoyar con camiones y máquinas de carga (Cameco), como lo han hecho antes con el MARN.
7. Es importante compartir los resultados de esta prueba con todos los actores involucrados. Pueden estar motivados para seguir apoyando esta iniciativa que necesitan los humedales.

ANEXOS

.

Anexo 1. Análisis elemental de ceniza en natón y lechuga de agua

Hazen Research, Inc.

4601 Indiana Street
Golden, CO 80403 USA
Tel: (303) 279-4501
Fax: (303) 278-1528

Date: March 7, 2018
Project No: Z05378
Control No: 18F01115
Received: 02/13/18

Koji Asano

Marcela Lemus

Final Colonia Las Mercedes km 5 1/2 ,carretera a Santa Tecla
San Salvador, El Salvador

Elemental Analysis of Ash

Sample No: 18F01115

Sample Identification:

-1

Naton

(Pontederia Rotundifolia)

-2

Lechuga de agua

(Pistia Stratoides)

SiO ₂ , %	11.06	22.38
Al ₂ O ₃ , %	5.03	8.18
TiO ₂ , %	0.24	0.15
Fe ₂ O ₃ , %	3.92	1.69
CaO, %	10.59	11.29
MgO, %	6.71	4.96
Na ₂ O, %	2.25	3.02
K ₂ O, %	25.10	17.78
P ₂ O ₅ , %	4.21	4.93
SO ₃ , %	2.03	1.96
Cl, %	22.57	15.79
CO ₂ , %	1.07	0.28
Total	94.78	92.39

By:


Mark A Pugh
Fuel Laboratory Manager

Note: The ash was calcined @ 1110 °F (600 °C) prior to analysis

Figura 33. Análisis elemental de ceniza en natón y lechuga de agua
 Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.

Anexo 2. Temperatura de fusión de ceniza en natón y lechuga de agua

	Hazen Research, Inc. 4001 Indiana Street Golden, CO 80403 USA Tel: (303) 279-4501 Fax: (303) 278-1528	Date: March 7, 2018 Project No: Z05378 Control No: 18F01115 Received: 02/13/18
Koji Asano Marcela Lemus Final Colonia Las Mercedes km 5 1/2 ,carretera a Santa Tecla San Salvador, El Salvador		
Fusion Temperature of Ash		
Sample Number: 18F01115	-1	-2
Sample Identification:	Naton (Pontederia Rotundifolia)	Lechuga de agua (Pistia Stratoides)
Reducing Atmosphere (degrees F)		
Initial Temperature	2235	2148
Softening Temperature	2240	2154
Hemispherical Temperature	2247	2160
Fluid Temperature	2261	2165
Oxidizing Atmosphere (degrees F)		
Initial Temperature	2220	2140
Softening Temperature	2226	2145
Hemispherical Temperature	2237	2150
Fluid Temperature	2244	2160
The ash was prepared at 600 degrees Celsius.		
		By:  Mark A Pugh Fuel Laboratory Manager

Figura 34. Temperatura de fusión de ceniza en natón y lechuga de agua.
 Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.

Anexo 3. Último análisis en natón

 Hazen Research, Inc. 4801 Indiana Street Golden, CO 80403 USA Tel: (303) 279-4501 Fax: (303) 278-1528		Date: March 7, 2018 Project No: Z05378 Control No: 18F01115 Received: 02/13/18	
Koji Asano Marcela Lemus Final Colonia Las Mercedes km 5 1/2 ,carretera a Santa Tecla San Salvador, El Salvador			
Sample Number: 18F01115-1 Sample Identification: Natón (Pontederia Rotundifolia)			
Air Dry Loss, %		20.94	
	As Rec'd	Dry	Air Dry
ULTIMATE			
Moisture, %	24.28	0.00	4.22
Ash, %	14.71	19.42	18.60
Sulfur, %	0.316	0.418	0.400
Carbon, %	29.05	38.37	36.75
Hydrogen, %	3.69	4.87	4.67
Nitrogen, %	1.87	2.46	2.36
Oxygen, %*	<u>26.09</u>	<u>34.46</u>	<u>33.00</u>
	100.00	100.00	100.00
By:  Mark A. Pugh Fuel Laboratory Manager			
* by difference			

Figura 35. Último análisis en natón.
Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.

Anexo 4. Último análisis en lechuga de agua

		Hazen Research, Inc. 4801 Indiana Street Golden, CO 80403 USA Tel: (303) 279-4501 Fax: (303) 279-1528		Date: March 7, 2018 Project No: Z05378 Control No: 18F01115 Received: 02/13/18	
Koji Asano Marcela Lemus Final Colonia Las Mercedes km 5 1/2 ,carretera a Santa Tecla San Salvador, El Salvador					
Sample Number: 18F01115-2 Sample Identification: Lechuga de agua (Pistia Stratoides)					
Air Dry Loss, %		3.53			
		As Rec'd	Dry	Air Dry	
ULTIMATE					
Moisture, %	7.79	0.00	4.42		
Ash, %	27.24	29.55	28.24		
Sulfur, %	0.656	0.711	0.680		
Carbon, %	30.53	33.11	31.65		
Hydrogen, %	4.09	4.43	4.24		
Nitrogen, %	2.87	3.12	2.98		
Oxygen, %*	<u>26.81</u>	<u>29.08</u>	<u>27.79</u>		
	100.00	100.00	100.00		
By:  Mark A Pugh Fuel Laboratory Manager					
* by difference					

Figura 36. Último análisis de lechuga de agua.
Fuente. Proyecto MARN-JICA, 2018.

Anexo 5. Lista de verificación para la organización de la prueba de cogeneración

Actividad	Realizado	Observaciones
Antes de la extracción		
1. Coordinar/confirmar con voluntarios fecha, hora y lugar exacto de reunión para la actividad de extracción.		
2. Coordinar con guarda recursos la fecha, hora y lugar exacto de reunión para la actividad de extracción y solicitar su apoyo para guiar a los voluntarios respecto al rescate de especies atrapadas en las plantas acuáticas.		
3. Informar al equipo MARN-JICA la fecha, hora y lugar exacto de reunión para la actividad de extracción.		
4. Gestionar con los pescadores de la zona los cayucos/lanchas necesarias para el apoyo de la actividad de extracción.		
5. Coordinar con la Alcaldía de El Tránsito el lugar exacto en el área de las lavas donde se depositará el material a secar.		
6. Coordinar con los voluntarios los arreglos necesarios para el almuerzo y el agua que se dará el día de la extracción.		
7. Coordinar quiénes serán los voluntarios que apoyarán a cargar el material seco desde las lavas hacia el Ingenio Chaparrastique		
Extracción		
8. Dar la instrucción a los voluntarios sobre la extracción, de dónde se va a sacar, dónde se va a colocar el material, cuántas personas se meterán al agua, cuántas se quedarán en la orilla recibiendo, etc.		
9. Entregar guantes y rastrillos para la extracción a los voluntarios.		
10. Colocar el plástico negro en la orilla de la laguna donde se depositará el material extraído.		
11. Llevar a cabo la extracción en la orilla de la laguna.		
Transporte		
12. Medir las dimensiones del camión para estimar volumen en m ³ de las plantas acuáticas.		
13. Cargar el camión manualmente.		
14. Verificar kilómetros recorridos desde la laguna hasta las lavas del volcán.		

Secado		
15. Colocar la malla sarán en el lugar de secado.		
Actividad	Realizado	Observaciones
16. Supervisar que el material sea distribuido apropiadamente en la malla para que la capa de plantas quede a una misma altura y el secado sea uniforme.		
17. Un día después de la extracción, verificar el proceso de secado del jacinto. Tomar fotografías para documentar.		
18. Dos días de la extracción, verificar si el material está listo para ser transportado al Ingenio. Tomar fotografías para documentar.		
19. Si a los dos días el material aún está húmedo, verificar nuevamente el material al tercer día y notificar al equipo MARN-JICA que si ya puede transportarse.		
19. Gestionar transporte desde las lavas hasta el Ingenio con equipo MARN-JICA.		
20. Notificar a los voluntarios días, fecha y hora para cargar el material seco.		
21. Coordinar con equipo MARN-JICA para informar a encargado del Ingenio el día que se enviará el material para que coordine uso de báscula y se designe un lugar para descargar el material.		
Transporte de material seco hacia el Ingenio		
22. Explicar a los voluntarios que es necesario que el material a cargar no lleve residuos de tierra o piedras.		
23. Cargar el camión. Tomar fotografías para documentar.		
24. Medir kilometraje desde las lavas hasta Ingenio Chaparrastique.		
25. Pesar el camión con el material seco en la báscula del Ingenio.		
26. Descargar el material en el lugar designado por el técnico del Ingenio.		
27. Pesar nuevamente el camión vacío para calcular por diferencia el peso del material seco entregado.		

Figura 37. Lista de verificación para la organización de la prueba de cogeneración.
Fuente: Proyecto MARN-JICA.

Anexo 6. Voluntarios para extracción y carga / descarga de material



MARN

Ministerio de Medio Ambiente
y Recursos Naturales

Nombre del Taller/Workshop Title: Campaña de extracción de Plantas invasoras acuáticas para pruebas de Cogeneración/Campaing for extraction of invasive plants for cogeneration test

Lugar/place: El Jocotal Fecha/Date: 11/04/2018 Hora inicio/start hour: _____ final/end: _____

Asistentes/attendees: _____ Hombres/men _____ % _____ Mujeres/women _____ % _____								
No.	Nombre del participante Name of the attendees	Institución/Comunidad Institution/Community	Sexo/edad Sex/age		Edad/ Age	Cargo/ Position		
			Femenino Female	Masculino Male				
1	Osmin Carranza	Borbollón		×		Consejal/counsitor		
2	Santos Mendoza	Borbollón		×		Directivo/executive		
3	Oscar Herrera	Borbollón		×		Directivo/executive		
4	Marcos Zelaya	Borbollón		×		Directivo/executive		
5	Armando Rivera	Borbollón		×		Adesco		
6	Adán Hernandez	Borbollón		×		Adesco		
7	Edgar Herrera	Borbollón		×		Fisherman		
8	Pablo Gonzalez	Borbollón		×		Fisherman		
9	Manuel Rivera	Borbollón		×		Adesco		

Lista de Asistencia 2018/Attendance list 2018

Pág./P.____de/of_____

Técnico responsable/Technician in charge: _____

Contraloría social/Social oversight _____ Firma/signature _____ Sello organización/Stamp of the organisation _____

Figura 38. Voluntarios para extracción y carga/descarga de material (página 1 de 2).

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.

Informe de la prueba de cogeneración de energía, con plantas invasoras secas, del humedal laguna El Jocotal



MARN

Ministerio de Medio Ambiente
y Recursos Naturales

Nombre del Taller/Workshop Title: Campaña de extracción de Plantas invasoras acuáticas para pruebas de Cogeneración/Campaing for extraction of invasive plants for cogeneration test

Lugar/place: El Jocotal _____ Fecha/Date: 11/04/2018 Hora inicio/start hour: _____ final/end: _____

Asistentes/attendees: _____ Hombres/men _____ % _____ Mujeres/women _____ % _____								
No.	Nombre del participante Name of the attendees	Institución/Comunidad Institution/Community	Sexo/edad Sex/age		Edad/ Age	Cargo/ Position		
			Femenino Female	Masculino Male				
1	Osmin Carranza	Borbollón		X		Consejal/counsitor		
2	Santos Mendoza	Borbollón		X		Directivo/executive		
3	Oscar Herrera	Borbollón		X		Directivo/executive		
4	Marcos Zelaya	Borbollón		X		Directivo/executive		
5	Armando Rivera	Borbollón		X		Adesco		
6	Adán Hernandez	Borbollón		X		Adesco		
7	Edgar Herrera	Borbollón		X		Fisherman		
8	Pablo Gonzalez	Borbollón		X		Fisherman		
9	Manuel Rivera	Borbollón		X		Adesco		

Lista de Asistencia 2018/Attendance list 2018

Pág./P.____de/of____

Técnico responsable/Technician in charge: _____

Contraloría social/Social oversight _____ Firma/signature _____ Sello organización/Stamp of the organisation _____

Figura 39. Voluntarios para extracción y carga / descarga de material (página 2 de 2).

Fuente: Proyecto MARN-JICA, 2018.



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES



www.marn.gob.sv | medioambiente@marn.gob.sv

