

**INSTITUTO NACIONAL DE
AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO**

***PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN
PARA EL SECTOR AGUA POTABLE
Y SANEAMIENTO (9490-DO)***

***Estrategia provisional de eficiencia
energética de la región Noroeste***

ÍNDICE

1. 11	
1.1 11	
1.2 11	
1.3 Objetivos y alcance.	11
1.4 La estrategia provisional	11
2. 14	
2.1 Contexto de la Región Noroeste y del sistema ALINO La Región Noroeste del INAPA	12
2.2 Actualización de la situación de las estaciones de bombeo diagnosticadas	13
2.3 19	
2.3.1 Datos disponibles	17
2.3.2 Indicador clave de rendimiento (KPI): el consumo específico	20
3. 24	
3.1 Prioridad 1: Iniciativas asociadas al “Perímetro prioritario”	22
3.1.1 Las 7 estaciones de bombeo de ALINO auditadas	22
3.1.2 Selección de estaciones de bombeo de Santiago de los Caballeros: Hato del Yaque y Sabana Iglesia	26
3.1.3 29	
3.1.3.1 Resultados Esperados para la reducción de consumo específico	27
3.1.3.2. Inversiones y Tiempo de retorno	27
3.2 Prioridad 2: la estación de bombeo de Monción y otras instalaciones de la provincia de Santiago de los Caballeros	30
3.2.1 32	
3.2.3 32	
3.2.3.1 32	
3.3 35	
3.4 39	
3.5 40	
3.5.1 Estructura tarifaria del precio de electricidad	38
3.5.2 Instalación de bancos de capacitores	39
3.6 Síntesis de las inversiones estimadas	42
3.7 Instalación de variadores de frecuencia y arrancadores suaves	42
3.8 Energías renovables: Soluciones potenciales para la estrategia detallada a partir de 2027	43
3.9 Estructuración y Metodología de Seguimiento del Consumo específico	44
3.10 Materiales y Equipos	45
4. 48	
5. 49	
5.1 50	

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Fichas de actualización de la situación operacional de las estaciones diagnosticadas en Octubre 2022	20
Figura 2. Mapa de ubicación de las 7 estaciones diagnosticadas del sistema ALINO	21
Figura 3. Balance energético y económico de los ahorros y tiempo de retorno de las iniciativas para la Prioridad 1	31
Figura 4. Balance energético y económico de los ahorros y tiempo de retorno de las iniciativas para la Prioridad 2	35
Figura 5. Balance energético y económico de los ahorros y tiempo de retorno de las iniciativas para la Prioridad 3	39
Figura 6. Estructura de la tarifa de electricidad	42
Figura 7. Fotos de la capacitación dada por nuestro especialista en eficiencia energética los 9 y 10 de noviembre de 2023	51
Figura 8. Balance de los resultados del cuestionario de la capacitación (antes vs. después)	52
Figura 9. Síntesis de la satisfacción de los participantes a propósito de la capacitación	53
Tabla 1. Metas del IVD-8 del Banco Mundial para la estrategia provisional de eficiencia energética de la Región Noroeste	15
Tabla 2. Ubicaciones de las 7 estaciones de bombeo diagnosticada en Octubre de 2022	21
Tabla 3. Diferencias entre la estimación de consumo y el consumo medido para las 7 estaciones de bombeo	22
Tabla 4. Línea de base del alcance definido	24
Tabla 5. Rendimientos medidos durante el diagnóstico de Octubre 2022	25
Tabla 6. Uso del caudal y de la altura a comparación con el diseño normal	26
Tabla 7. Futuros rendimientos anticipados	27
Tabla 8. Ahorro energético anticipado para las 7 estaciones de bombeo de ALINO auditadas	27
Tabla 9. Ahorro energético anticipado para las estaciones de bombeo de Ac. Hato del Yaque y Sabana Iglesia	29
Tabla 10. Ahorro energético anticipado para el total de la Prioridad 1	29
Tabla 11. Ahorro energético anticipado para la Prioridad 2	33
Tabla 12. Ahorro energético anticipado para la Prioridad 3	37
Tabla 13. Síntesis del logro de reducción de consumo energético anticipado para las Prioridades 1, 2 y 3	41
Tabla 14. Desglose de la factura de electricidad global	43

Tabla 15. Resultados de ahorro de penalidad sobre el factor de potencia con instalación de bancos de capacitores	44
Tabla 16. Resultados de ahorro de penalidad sobre el factor de potencia con instalación de bancos de capacitores	45
Tabla 17. Síntesis de los inversiones estimadas para bajar el consumo específico	46
Tabla 18. Síntesis de los inversiones estimadas para bajar la penalidad vinculada a un factor de potencia degradado	46
Tabla 19. Sugerencia de instrumentos de medición a adquirir	50

ACRÓNIMOS

AT	Asistencia Técnica (Consortio SEURECA-MCG)
ALINO	Acueducto Múltiple de la Línea Noroeste
BM	Banco Mundial
CAPEX	Capital Expenditures (Costos de Inversión)
CCFP	Coeficiente de corrección del factor de potencia
CEEN	Consumo específico de energía neta
CEENC	Consumo específico de energía neta calificado
DOP	Pesos Dominicanos
EE	Eficiencia Energética
ETAP	Estación de Tratamiento de Agua Potable
FP	Factor de Potencia
IVD	Indicador Vinculado a Desembolso
KPI	Key Performance Indicator (Indicador clave de rendimiento)
OPEX	Operational Expenditures (Costos de Operación)
SGE	Sistema de Gestión Energética
SIE	Superintendencia de Electricidad

RESUMEN EJECUTIVO

En el marco del Programa de Modernización para el Sector Agua Potable y Saneamiento en la República Dominicana, INAPA ha desarrollado una estrategia provisional de eficiencia energética para sus instalaciones ubicadas en la Región Noroeste y la Provincia de Santiago de los Caballeros. Esta estrategia, incluida en el plan de inversión, cuenta con financiamiento de la Unión Europea y la Agencia Francesa de Desarrollo (UE-AFD).

Para llevar a cabo esta iniciativa, INAPA ha contratado el apoyo de una Asistencia Técnica especializada, cuya función será trabajar junto a nuestro equipo técnico en la definición de acciones específicas para alcanzar las metas del IVD-8 del Banco Mundial. Estas metas, establecidas para el período 2025-2027, están orientadas a la reducción del consumo energético específico en las instalaciones.

El alcance de esta estrategia provisional incluye un total de 32 instalaciones, donde se implementarán medidas que optimicen el uso de energía y promuevan una operación más sostenible y eficiente en el tiempo. Esta acción representa un paso importante hacia la modernización de nuestra infraestructura, con el compromiso de lograr un impacto positivo en el uso de los recursos y en la mejora continua del servicio a la ciudadanía.



Disponibilidad de datos e indicador de consumo específico

Esta estrategia se basa principalmente en los datos de facturación (diciembre 2022 hasta noviembre 2023) y los datos del diagnóstico energético de 7 estaciones de bombeo (Guayacanes 1, Guayacanes 2, La Caya, Arroyo Caña, Agua de Luis, Jaíqui y Los Limones) realizado por la AT en 2022. A pesar de los esfuerzos de recopilación de datos, actualmente no se dispone de información detallada sobre los volúmenes de agua bombeados por cada estación y de manera consolidada. Debido a esta limitación, el análisis del indicador de consumo de energía específico (kWh/m³) ha sido sustituido por un estudio enfocado en el consumo energético total, basado en las premisas de caudales de agua constantes para el período 2025-2027, conforme a la metodología de trabajo acordada con la Dirección de Eficiencia Energética y Medioambiental (EEM)



Visita de campo - actualización de informaciones operacionales

La estrategia se ha formulado a partir de una revisión exhaustiva de documentos técnicos y una visita de campo a las siete estaciones de bombeo mencionadas anteriormente. Estas visitas se realizaron a cabo entre el 31 de octubre y el 2 de noviembre de 2023, con la participación de un representante de la Dirección Electromecánica y de un especialista en eficiencia energética. Antes mencionadas, las cuales fueron organizadas o pautadas, desde el 31 de octubre hasta el 2 de noviembre 2023, con nuestra representante de la dirección electromecánica y el especialista en eficiencia energética, los cuales actualizarán la situación operacional de cada sistema y de este modo se realizaría el planteamiento para la mejora operativa que nos permitiría implementar un plan, con el cual se llevaría a cabo la eficiencia energética de estos sistemas. Durante esta inspección, el equipo técnico se enfocó en actualizar la situación operativa de cada sistema de bombeo, con el objetivo de identificar oportunidades de mejora. Estos análisis permitirán definir un planteamiento integral para la mejora operativa de las instalaciones, con el cual se implementará un plan de eficiencia energética que contribuirá a optimizar el consumo y la sostenibilidad de los sistemas en el tiempo.

Este enfoque estratégico forma parte de nuestro compromiso con la modernización y eficiencia en la prestación de servicios, alineado con los objetivos de desarrollo sostenible y en beneficio de todos nuestros usuarios.



Perspectiva de reducción de consumo energético 2025-2027

Para lograr las metas del IVD-8 del Banco Mundial para el período 2025-2027 con respecto a la reducción de consumo específico, una **sucesión de tres fases de prioridades** está propuesta en la presente estrategia provisional:

- **Prioridad 1**

Se enfoca en la renovación de equipos (bombas y motores) de las estaciones de bombeo del sistema ALINO que fueron diagnosticadas en octubre de 2022 que debe mejorar el rendimiento existente que es conocido. Incluye también las estaciones de bombeo de Ac. Hato del Yaque y la de Sabana Iglesia.

- **Prioridad 2**

Se apoya en un proyecto, ya aprobado, que consiste en la rehabilitación de la estación de bombeo de Monción (tres nuevas bombas). Otras estaciones de bombeo envejecidas de la provincia de Santiago de los Caballeros forman parte de esta prioridad. El desempeño de estas estaciones de bombeo no fue diagnosticado, entonces los resultados esperados constituyen una estimación que debe ser confirmada con una auditoría en 2024 e informaciones sobre las características del diseño de las nuevas bombas.

○ **Prioridad 3**

Se propone atender el resto de las instalaciones del alcance regional por medio de renovación de bombas y ajustes de válvulas (u otras que deben ser definidas en la estrategia detallada a partir de 2027).

Los resultados esperados de ahorro de consumo energético son indicados en la siguiente tabla:

	Prioridad 1	Prioridad 2	Prioridad 3
Número de instalaciones planteadas	9	8	15
Instalaciones principales	<ul style="list-style-type: none"> • 7 estaciones de ALINO • Hato del Yaque • Sabana Iglesia 	<ul style="list-style-type: none"> • Monción 	<ul style="list-style-type: none"> • Potrero • El Pino
Por prioridad	1,083,701 kWh	926,273 kWh	822,250 kWh
	10.28%	8.78%	7.80%
Cúmulo	1,083,701 kWh	2,009,974 kWh	2,832,225 kWh
	10.28%	19.06%	26.86%
Metas IVD 8	2025	2026	2027
	5.30%	18.00%	22.60%
Costo de inversión	RD\$ 11,022,883	RD\$ 32,232,736	RD\$ 48,850,838
	\$USD 193,724	\$USD 566,480	\$USD 858,538
Total	RD\$ 92,106,457		
	\$USD 1,618,743		
Periodo de implementación	2024 - 2025	2025-2026	2026-2027



Capacitación “Desarrollar e implementar una estrategia de eficiencia energética”

El Equipo del INAPA participó en una capacitación impartida por la Asistencia Técnica (AT) los días **9 y 10 de noviembre de 2023** en nuestra sede central en Santo Domingo, bajo la dirección de un especialista en eficiencia energética. Esta capacitación estuvo orientada a fortalecer las competencias de los miembros de los equipos provinciales electromecánicos, así como de los equipos centrales de las direcciones de Operaciones y Electromecánica.

Los objetivos de la capacitación fueron de:

- ✓ Comprender las magnitudes físicas eléctricas (energía, voltaje, corriente, potencia activa/reactiva/aparente, factor de potencia)
- ✓ Comprender las magnitudes físicas hidráulicas (caudal, carga dinámica total, NPSH,
- ✓ Computar los parámetros eléctricos e hidráulicos básicos para una auditoría energética.
- ✓ Realizar una auditoría energética en estaciones de bombeo y utilizar los resultados para determinar una energía específica.
- ✓ Identificar el origen de costos adicionales en estaciones de bombeo.
- ✓ Conocer los principios de un sistema de gestión energética, y en particular de la norma ISO 50001



Propuestas De Fortalecimiento

El fortalecimiento institucional para una gestión energética eficiente en el INAPA requiere, además de los ejes de progreso ya establecidos, implementar las siguientes acciones estratégicas:

- Consolidar el **sistema de reportes** y promover la sinergia de competencias y conocimientos entre las distintas provincias, las regiones y nuestra sede central.
- Adquirir **instrumentos avanzados de medición eléctrica e hidráulica** y fomentar la capacitación de nuestros técnicos, permitiendo que las auditorías de equipos sean internalizadas y gestionadas directamente.
- Establecer y ejecutar un plan de **mantenimiento preventivo** en todas nuestras instalaciones, orientado a asegurar la sostenibilidad operativa y óptima.

1. Introducción

1.1 Contexto

La provisión de esta estrategia se enmarca en el Programa de Modernización del Sector Agua financiado por el Banco Mundial y más específicamente en el marco del IVD 6 de este programa (*Mejora de la planificación operativa y el rendimiento del agua no contabilizada y la eficiencia energética*).

La capacitación “*Desarrollar e implementar una estrategia de eficiencia energética*” fue realizada mediante una Asistencia Técnica financiada por el Proyecto CIF - Aumento de la Eficiencia en la Gestión de Agua y Saneamiento.

1.2 Aspectos generales de los Objetivos de la estrategia de Eficiencia Energética.

El Programa de Modernización del Sector de Agua del Banco Mundial tiene establecido protocolos y especificidades en lo que se refiere a la eficiencia energética. Los protocolos y procedimientos de verificación del Programa describen cómo se realizará la evaluación de los indicadores vinculados a desembolsos (IVDs) y resultados vinculados a desembolsos (RVDs). Incluyen también, en su anexo 1, los lineamientos y alcance de la estrategia provisional de EE. Resumiendo:

La Eficiencia Energética se enmarca en 2 IVDs:

- **IVD 6:** Mejora de la planificación operativa y el rendimiento del agua no contabilizada y la eficiencia energética, el cual prevé en 2023 el desarrollo de una estrategia provisional de eficiencia energética (objeto de esta actividad) y, en 2024, auditorías energéticas en instalaciones prioritarias identificadas en la estrategia provisional de eficiencia energética y medidas de monitoreo implementadas, así como el desarrollo de una estrategia de EE basada en auditorías de energía;
- **IVD 8:** Eficiencia energética mejorada, el cual estipula que a los años 2025, 2026 y 2027 se deben cumplir con reducciones de respectivamente 5.3%, 18% y 22.6% del consumo de electricidad (kWh) por M3 de agua despachada al sistema de distribución de agua.

Los lineamientos y alcance de la estrategia provisional de EE:

- Lineamientos generales:
 - Los prestadores preparan sus estrategias provisionales basándose en los conocimientos existentes de sus sistemas de producción, transporte, distribución y facturación y en la obtenida mediante estudios adicionales cuya duración no comprometa la entrega en tiempo de la estrategia provisional correspondiente.
 - ✓ Las estrategias incluirán acciones ya identificadas para su ejecución en el año 2023 y aquellas que se puedan planificar para su implementación en los años 2024 (mientras se desarrollan las auditorías y se elaboran las estrategias respectivas a presentar a fin de 2024) y, tentativamente, 2025 (en caso de que hubiera demoras en la elaboración de las estrategias definitivas).
- Alcance de la estrategia provisional de EE:
 - ✓ Se identificarán las instalaciones que serán objeto de la estrategia provisional (debe ser la totalidad de las instalaciones existentes que estarán en servicio durante la implementación del Programa, es decir que no se tomarán en cuenta aquellas que se darán de baja).

- ✓ Se recopilarán informes de facturación de energía de la empresa prestadora y se realizarán las depuraciones necesarias para asegurarse de contar con registros de, al menos, doce meses de facturación para cada una de las instalaciones a analizar. Estos registros deberán contener datos de energía facturada (en kWh o MWh) y de la penalidad o cargo por factor de potencia (en RD\$).
- ✓ Se obtendrán las mediciones o estimaciones más precisas posibles del volumen de agua entregado a las redes de distribución.
- ✓ Se indicarán los estudios, mediciones y/o investigaciones realizadas y sus resultados (mediciones de temperatura en tableros, vibraciones de equipos de bombeo, potencia utilizada y contratada, etc.).
- ✓ En base a lo anterior se evaluarán el consumo específico de energía neta (cociente entre la energía consumida de la red eléctrica y el volumen despachado a la red) y el monto total de la penalidad por factor de potencia y se establecerán metas para estas variables para 2024 y 2025.
- ✓ Se identificarán las acciones a realizar para alcanzar las metas establecidas según el numeral anterior, se incluirá un presupuesto estimativo del costo de las mismas y un cronograma para su implementación.

En una reunión técnica sostenida entre la Dirección de Eficiencia Energética y Mantenimiento (EEMM) y el Banco Mundial, se promovió que la selección de las instalaciones incluidas en la estrategia provisional debe garantizar el logro de los objetivos previstos para la mejora de la eficiencia energética. Este enfoque permitirá una reducción de los gastos energéticos en un 5.3% en kWh/m³, alineada con el Indicador de Vinculado a Desembolso (IVD 8) para el año 2025, tras la implementación de las acciones planificadas en la estrategia provisional durante el año. 2024.

Las metas del IVD 8 para la estrategia provisional están reunidas en la tabla siguiente:

Puntos porcentuales de reducción del consumo específico de energía (IVD 8)			
kWh/m³			
	2025	2026	2027
Metas adoptadas por el Banco Mundial	5.3%	18.0%	22.6%

Tabla 1. Metas del IVD-8 del Banco Mundial para la estrategia provisional de eficiencia energética de la Región Noroeste

1.3 Objetivos y alcance.

La **estrategia provisional de eficiencia energética se enfocará en las 7 estaciones de bombeo de agua potable** auditadas durante el diagnóstico detallado en el sistema ALINO y las estaciones AC. Hato del Yaque y Sabana Iglesia (provincia Santiago de los Caballeros). Integrará también, en un segundo tiempo, a la estación de bombeo de agua potable que envía el agua al sistema de **Monción**.

1.4 La estrategia provisional

La selección del alcance de la estrategia provisional de EE debe permitir lograr los resultados esperados de mejora de la eficiencia energética (reducción de los gastos energéticos de 5.3% en kWh/m³ - IVD 8) en el año 2025, luego de implementar las acciones previstas en la estrategia provisional para el año 2024.

En primer lugar, se define el **alcance** sobre el cual el IVD-8 se aplica.

Alcance de la estrategia provisional de eficiencia energética

Se considera en esta estrategia provisional EE de la Región Noroeste una matriz de proyecto establecido por INAPA. Está compuesta de **32 instalaciones consumidoras de energía** y su selección es detallada luego en este entregable. Están ubicadas en las provincias de Dajabón, Valverde, Montecristi, Santiago Rodríguez y Santiago de los Caballeros.

Ver [Anexo 1](#) para la lista completa de la matriz de preselección actualizada.

Esas 32 instalaciones no fueron todas parte del diagnóstico técnico realizado para la Región Noroeste. Por lo tanto, los elementos disponibles son insuficientes para destacar medidas de mejora de la eficiencia energética para cada una. Sin embargo, el principio de esta estrategia provisional de EE es de atender los objetivos de reducción del consumo energético del alcance global por un enfoque de acciones sobre un grupo de instalaciones de las cuales disponemos de elementos suficientes.

Así, en segundo lugar, se define el **perímetro prioritario**.

Perímetro prioritario de acciones de eficiencia energética

En el alcance definido en el cuarto encima, figuran las **7 estaciones de bombeo** del sistema ALINO que fueron **objeto de un diagnóstico técnico** (octubre de 2022) del que se han extraído el desempeño energético. El conocimiento de esas características operacionales permite determinar **acciones adaptadas** de mejora de la eficiencia energética. Así, las acciones previstas se enfocarán, en un primer tiempo, sobre estas 7 estaciones que son: Guayacanes 1, Guayacanes 2, La Caya, Arroyo Caña, Agua de Luis, Jaíqui y Los Limones. Corresponden, con las estaciones de Hato del Yaque y Sabana Iglesia, a la Prioridad 1.

Además, acciones adicionales integrarán la **estación de bombeo de Monción (parte de la Prioridad 2)**. Mientras no fue diagnosticada, se propondrá una estimación del logro de ahorro energético permitido por el proyecto de rehabilitación de las tres bombas .

La estrategia provisional permitirá asesorar si la implementación de medidas de mejora de la EE en 2023-2024 permite lograr los objetivos del programa de Modernización del Sector Agua Potable y Saneamiento. En el caso contrario, la estrategia provisional propondrá medidas adicionales basadas sobre los datos suministrados por nuestra Dirección EEMM. La matriz de preselección realizada por la Dirección de EEMM está detallada en el acápite [Definición de la línea de base](#).

2. Análisis de la situación inicial

2.1 Contexto de la Región Noroeste y del sistema ALINO La Región Noroeste del INAPA

La Región Noroeste se compone de 4 provincias: **Valverde, Montecristi, Santiago Rodríguez y Dajabón**. En esta estrategia se considera también, además de estas 4 provincias, una quinta provincia, **Santiago de los Caballeros**, dado que el Programa de Modernización del Sector Agua Potable y Saneamiento, se enfoca en la cuenca del Yaque del Norte. La definición de las metas del IVD-8 se aplica entonces a las instalaciones en estas 5 provincias. El parque de instalaciones electromecánicas en estas provincias se divide entre estaciones de bombeo de agua potable en las redes matriz (aducciones y conducciones), en las tomas de agua y en las plantas de tratamiento de agua potable, estaciones booster en redes de distribución de agua potable, estaciones de bombeo de aguas residuales y otros equipos electromecánicos en las plantas de tratamiento de agua potable y de aguas residuales de la región.

A la fecha, la Dirección EEMM administra aproximadamente 85 instalaciones consumidoras de energía eléctrica en la Región Noroeste y en Santiago de los Caballeros, de tipologías diferentes: estaciones de bombeo, plantas de tratamiento, oficinas, instalaciones de iluminación, campos operacionales. De hecho, ellas constituyen la lista de instalaciones que tienen un medidor eléctrico y, entonces, de un número de contrato individual de suministro de energía eléctrica. La empresa distribuidora de electricidad común a estas instalaciones es EDENORTE.

El Sistema ALINO

El sistema ALINO se compone de una macro red (red matriz), con la ETAP de Monción, 3 líneas matriz (A, B y C) y aproximadamente 20 depósitos reguladores y de almacenamiento:

- A estas líneas matriz se incluyeron 7 estaciones de bombeo para poder llevar el agua a comunidades de la zona costera (EBAP de Loma de Guayacanes I y II, La Caya, Los Limones, Agua de Luis, Arroyo Caña y Jaíqui);
- La estación de bombeo de agua potable del Municipio de Monción se alimenta también desde la presa. ALINO y el sistema de Monción tienen entonces la misma fuente de agua, pero la estación de bombeo de Monción tiene un consumo más elevado que el de las 7 estaciones de bombeo de la línea Noroeste.

2.2 Actualización de la situación de las estaciones de bombeo diagnosticadas

En octubre de 2022 fueron diagnosticadas 7 estaciones de bombeo del sistema ALINO.

El especialista en eficiencia energética de la AT hizo una visita (31 oct - 02 nov) con el equipo de INAPA, de esas mismas instalaciones: Guayacanes I, Guayacanes II, La Caya, Agua de Luis, Arroyo Caña, Jaíqui y Los Limones. Se realizó un análisis visual y del modo de operación a través de discusiones con encargados de equipos electromecánicos y operadores de estaciones de bombeos. Se destacan las observaciones generales siguientes:

- Los horarios de funcionamiento de las bombas comunicados por los operadores fueron diferentes, y, a veces, de manera significativa, de lo especificado en el diagnóstico técnico de octubre de 2022. Varios factores pueden explicar esta diferencia: cambio de operador, cambio de instrucciones, fluctuación de la demanda en agua, etc. Entonces, esta información muestra que este enfoque para conocer datos de tiempo de operación de la bomba puede llevar a un margen de error significativo.

Algunas bombas que estaban en operación durante el diagnóstico técnico de octubre de 2022 se encontraron fuera de servicio en noviembre de 2023. Esta situación no era de conocimiento del nivel central dado una falta de comunicación por los equipos. Esta situación resalta una deficiencia de fiabilidad de los datos con los que cuenta el nivel central.

Estación de bombeo: Guayacanes 1



	Situación	Situación
Tiempo de operación	L, V: 8am a 8pm Mi: 8am a 1pm	L, Mi, V: 5.40am - 10.00pm

Análisis de noviembre 2023:

Dado que las bombas son de tipo “pozo”, no se pudo tener un acceso visual. Sin embargo, las dos bombas estaban en operación.

El operador indicó horarios de funcionamiento de las bombas diferentes horarios, lo que fue constatado en octubre de 2022.

Estación de bombeo: Guayacanes 2

	Situación octubre 2022	Situación noviembre 2023
Tiempo de operación	L, V: 8am a 8pm Mi: 8am a 1pm	L, Mi, V: 5.40am - 10.00pm




Análisis de noviembre 2023:

Dado que las bombas son de tipo “pozo”, no se pudo tener un acceso visual. Sin embargo, las dos bombas fueron operacionales.

El operador indicó los horarios de funcionamiento de las bombas diferentes de lo que fue constatado en octubre 2022.

Estación de			
Tiempo de operación	Situación	octubre	Situación noviembre 2023
		L → Sab: 7am a 4pm y 8pm a 10pm	L → Sab: 6.30am a 6.00pm
		<p>Análisis de noviembre 2023:</p> <p>Una bomba funciona y se queda encendida 24 horas, mientras que la otra está en reserva.</p> <p>La bomba quedó fuera de servicio en octubre 2022</p>	

Estación de bombeo : Agua de Luis			
Tiempo de		Situación octubre 2022	Situación noviembre 2023
		L → Sab: 7am a 4pm y 8pm a 10pm	L → Do: 4am a 10pm
		Rotación diaria	Rotación diaria
		<p>Análisis de noviembre 2023:</p> <p>Una bomba está dañada y la otra funciona sin rotación con los horarios indicados encima. La bomba había estado dañada por varios meses.</p>	


Estación de bombeo : Arroyo Caña

Tiempo de operación	Situación octubre 2022	Situación noviembre 2023
	L, Mi, V, Sa: 7am a 5pm	1 día/semana: 7am-7pm
	Funcionan al mismo tiempo	4 días/semana: 4 horas

Análisis de noviembre 2023:

Ambas bombas están operacionales y funcionan al mismo tiempo. Sirven a suministrar a una comunidad de Arroyo Caña directamente y a llenar un tanque.

Estación de bombeo: Jaíqui

	Tiempo de operación	BB n°1: Ma, J y Sa: hasta llenar el 5.30pm tanque	L a V : 7am -

Analisis de noviembre 2023:

Ambas bombas están operacionales y funcionan en rotación diaria.



Estación de bombeo: Los Limones		
	Situación octubre 2022	Situación noviembre 2023
 	Tiempo de operación L → Do: 5am a 12am y 3pm-8pm Rotación diaria cuando había dos	L → Do: 5am a 12am y 3pm-8pm
	Análisis de noviembre 2023: Una bomba faltaba ya que estaba en un taller para ser reparada. Entonces, no hay rotación de equipo y la otra bomba se queda encendida 12 horas cada día de la semana. Es una situación crítica para esta estación de bombeo.	

Figura 1. Fichas de actualización de la situación operacional de las estaciones diagnosticadas en octubre de 2022.

2.3 Definición de la línea base

2.3.1 Datos disponibles

El INAPA cuenta con varias instalaciones en la Región Noroeste que consumen electricidad, según los contratos de suministros eléctricos vigentes. Sin embargo, incluir algunas de estas instalaciones en el alcance de la estrategia provisional de eficiencia energética no resulta relevante, ya que corresponden a equipos de iluminación, oficinas comerciales y otros usos que no inciden significativamente en el consumo energético operativo de nuestros sistemas de bombeo. Por consiguiente, la institución a través de la Dirección EEMM, decidió enfocarse en una lista de **32 instalaciones**. La lista actualizada está compuesta de:

- Todas las estaciones de bombeo de la Región Noroeste (incluyendo la Provincia de Santiago de los Caballeros); a excepción de las estaciones de bombeo siguientes que tienen un consumo limitado (individual consumo inferior a 0.2% del consumo del alcance):
 - ✓ AC. NAVARRETE - RELEVO LA ATRAVESADA / (ESTACIÓN DE BOMBEO SECTOR 3 AMPLIACIÓN) (contrato de energía n°8103825)
 - ✓ ESTACIÓN DE BOMBEO de MONTECRISTI (contrato de energía número 8942776)
 - ✓ EB-2 ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES (contrato de energía número 6845991)
- Todas las plantas de tratamiento ubicadas en la Región Noroeste, incluyendo aquellas en la Provincia de Santiago de los Caballeros, con la única excepción del:
 - ✓ SISTEMA DE BOMBEO MARIANO CESTERO (PLANTA DE TRATAMIENTO), identificado por el contrato de energía número 7158502. Esta exclusión se debe a que dicha planta tiene un consumo individual que representa menos del 0.2% del consumo total del alcance establecido.

En esta lista figuran las 7 estaciones de bombeo que fueron diagnosticadas por la AT.

Nota: El alcance inicial incluía 40 instalaciones, aunque 32 de ellas correspondían a recomendaciones de mejora (prioridades 1, 2 y 3). Para evitar confusiones, se excluyeron las 8 instalaciones restantes en esta versión del entregable. Las 8 instalaciones eliminadas son:

- ✓ 3 oficinas y 1 campamento operativo: su consumo energético no está relacionado con la producción y distribución de agua.
- ✓ AC. NAVARRETE - RELEVO LA ATRAVESADA / (ESTACIÓN DE BOMBEO SECTOR 3 AMPLIACIÓN): su consumo anual es de 4.6 MWh, lo que representa menos del 0.04% del consumo total de las 32 instalaciones.
- ✓ Estación de bombeo de Montecristi: su consumo anual es de 3.8 MWh, y al igual que el caso anterior, su impacto es insignificante en el consumo total.
- ✓ EB-2 ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES Villa Vásquez: el consumo registrado durante 4 meses es de 3.8 MWh, lo que extrapolado daría un consumo anual de 11.4 MWh. Además, los datos de facturación solo están disponibles hasta abril.
- ✓ SIST. DE BOMBEO MARIANO CESTERO (PLANTA DE TRATAMIENTO): el consumo total durante 3 meses es de 0.2 MWh, lo que extrapolado daría un consumo anual de 0.8 MWh. Al igual que en el caso anterior, los datos de facturación solo llegan hasta abril.

Estación de bombeo	Provincia	Municipio	Coordenadas
Guayacanes 1	Valverde	Laguna Salada	<u>19.657288, -71.058505</u>
Guayacanes 2	Valverde	Laguna Salada	<u>19.700991, -71.060057</u>
La Caya	Valverde	Laguna Salada	<u>19.679638, -71.124436</u>
Agua de Luis	Montecristi	Partido	<u>19.670366, -71.192416</u>
Arroyo Caña	Montecristi	Arroyo Caña	<u>19.729193, -71.169176</u>
Jaiquí	Montecristi	Montecristi	<u>19.803333, -71.555333</u>
Los Limones	Santiago Rodríguez	Guayubin	<u>19.696139, -71.314083</u>

Tabla 2. Ubicaciones de las 7 estaciones de bombeo diagnosticada en octubre de 2022

Además, el mapa siguiente da la ubicación de estas estaciones de bombeo diagnosticadas en octubre 2022 y visitadas en noviembre 2023.



Figura 2. Mapa de ubicación de las 7 estaciones diagnosticadas del sistema ALINO

Los datos disponibles para definir la línea base de consumo son:



DATOS DE ENTRADA

Datos de facturación que corresponden a los datos suministrados por la empresa distribuidora de electricidad Edenorte para los meses de diciembre 2022, enero hasta octubre de 2023 (11 meses). Con el detalle de información siguiente:

- Monto facturado total (DOP)*
- Consumo total (kWh)
- Monto facturado relativo al consumo (DOP)
- Factor de potencia
- Monto de penalidad relativo al factor de potencia (DOP)
- Potencia facturada (kW)
- Monto facturado relativo al potencia facturada (DOP)
- Consumo de energía reactiva (kVArh)
- Pérdidas de transformación

Anexo 4.

Los datos de facturación disponibles y explotados se encuentran en el

Datos de desempeño de las bombas que fueron diagnosticadas en octubre 2022
Caudal promedio

Con las informaciones obtenidas durante las visitas de campo de noviembre de 2023 relativas a los tiempos de operación de las bombas, se hizo una comparación del consumo entre (i) la estimación del consumo con estos horarios y (ii) el consumo medido por la empresa distribuidora e indicado en las facturas. Sobre el periodo de diciembre 2022 hasta noviembre 2023, se observan las diferencias siguientes:

CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	CONSUMO (kWh) SUMA	CONSUMO (kWh) estimado con las horas de operación comunicadas por el operador	Diferencia
6485927	DAJABON	PARTIDO	Aguas de Luis	460,512 kWh	473,733 kWh	2.87%
6498348	VALVERDE	LAGUNA SALADA	La Caya	96,631 kWh	91,033 kWh	5.79%
6563966	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 1	84,044 kWh	71,552 kWh	14.86%
6563970	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 2	32,839 kWh	48,756 kWh	48.47%
7220397	MONTECRISTI	MONTECRISTI	Jaiquí	12,008 kWh	18,794 kWh	56.52%
7224281	MONTECRISTI	GUAYUBIN	Los Limones	405,033 kWh	526,515 kWh	29.99%
6551028	MONTECRISTI	ARROYO CAÑA	Arroyo Caña	20,972 kWh	37,963 kWh	81.02%

Tabla 3. Diferencias entre la estimación de consumo y el consumo medido para las 7 estaciones de bombeo

Datos considerados

En esta estrategia provisional de eficiencia energética, **se utilizarán los datos de consumo mencionados en las facturas** que son más cercanos a lo real. Por ende, los cálculos de consumo basados en las horas de operación de las bombas comunicadas por los encargados de operación de cada estación no serán considerados en el resto del entregable, ya que no se perciben como confiables.

Es importante resaltar, que solamente se conoce una estimación del volumen total de agua enviada a la red hidráulica que proviene de una medición del caudal realizada en el marco del diagnóstico detallado en 2011. El promedio de agua que entra en el sistema completo ALINO es de 3.17 m³/s. Las mediciones de caudal realizadas en octubre de 2022 durante el diagnóstico de las 7 estaciones de bombeo del sistema ALINO no permiten concluir sobre un volumen de agua bombeada y enviada a la red de distribución porque los horarios de operación no son conocidos con un margen de error limitado.

2.3.2 Indicador clave de rendimiento (KPI): el consumo específico

El IVD-8 indica una meta de reducción que se aplica a un indicador clave de rendimiento típico para el sector del agua: el consumo específico. Este indicador expresa la cantidad de energía consumida por volumen de agua enviada a la red hidráulica.

$$\text{Consumo específico (kWh/M3)} = \frac{\text{Consumo energético (kWh)}}{\text{Volumen de agua despachado a la red (M3)}}$$

El protocolo de verificación indica también que se debe considerar el consumo específico de energía neta calificado (CEENC). Este indicador se define como el producto entre el coeficiente de corrección del factor de potencia (CCFP) y el consumo específico de energía neta (CEEN).

$$CEENC (kWh/m^3) = CCFP \times CEEN (kWh/m^3)$$

El consumo específico de energía neta (CEEN) es el cociente entre la energía consumida de la red eléctrica y el volumen de agua despachado a la red:

$$CEEN = \frac{\text{Energía consumida de la red eléctrica (kWh)}}{\text{Volumen de agua despachado a la red (M3)}}$$

En lo que se refiere al coeficiente de corrección del factor de potencia (CCFP):

$$CCFP = \begin{cases} 1 & \text{si } \frac{\text{Monto de penalidad por FP actual}}{\text{Monto de penalidad por FP base}} < \text{Valor objetivo} \\ 0 & \text{si } \frac{\text{Monto de penalidad por FP actual}}{\text{Monto de penalidad por FP base}} > \text{Valor objetivo} \end{cases}$$

Los valores objetivo para el CCFP para año son²:

Valor objetivo CCFP	2022 (base)	2025	2026	2027	Monto de penalidad por FP base
INAPA	1	0.42	0.10	0.10	DOP 3,801,091

El uso del consumo específico de energía neta calificado como criterio permite priorizar acciones como generación de energías renovables (paneles fotovoltaicos en particular) e incentivar la corrección del factor de potencia.

Dado que los datos de volumen de agua despachada a la red de distribución (dentro y fuera del sistema ALINO) no son conocidos, se hará la hipótesis de trabajo siguiente para la línea de base:

Se considerará la línea de base como el consumo de energía neta total sobre doce meses desde diciembre 2022 hasta noviembre 2023 corregido por el CCFP. Para evaluar los resultados en eficiencia energética que se podrían lograr en los próximos años, se considerará que el volumen de agua despachada en la red es idéntico sobre el periodo 2023-2027. Así, en esta estrategia provisional de EE, el logro de reducción de consumo específico se tomará como el logro de reducción del consumo de energía neta sin modificación del volumen del agua bombeado.

² Fuente: *Protocolos y Procedimientos de Verificación que utilizará la Agencia de Verificación Independiente (AVI) para Evaluación de Indicadores y Resultados Vinculados a Desembolsos - Versión 1.2 Final | agosto 2023*

Podemos definir la línea de base técnica y económica con los valores abajo:

Alcance: los 32 instalaciones de la matriz regional de selección del proyecto	
Diciembre 2022 - Noviembre 2023	
Consumo de energía activa	10,546,330 kWh
Consumo de energía reactiva	6,746,407 KVARh
Monto de facturación total	\$DOP 131,655,666
Monto de facturación de consumo activo	\$DOP 101,942,249
Monto de penalidad	\$DOP 6,773,622
Monto de demanda de potencia	\$DOP 11,666,689

Tabla 4. Línea de base del alcance definido

3. Propuestas de mejora

Las propuestas de mejora están ordenadas según 3 prioridades. La primera prioridad se enfoca en el área de mejora del consumo energético específico de las 7 estaciones diagnosticadas en octubre de 2022. La segunda prioridad concierne la estación de bombeo de Monción que no fue auditada, pero que representa un potencial de mejora energético significativo para el alcance regional una vez se realicen los reemplazos de las bombas existentes. La tercera prioridad trata de propuestas relativas al resto de la matriz del alcance regional.

3.1 Prioridad 1: Iniciativas asociadas al “Perímetro prioritario”

El perímetro prioritario está compuesto por 9 estaciones de bombeo:

- 3.1.1 las 7 estaciones de ALINO auditadas en octubre 2022
 - o 2 estaciones de bombeo envejecidas con alto consumo energético en la provincia de Santiago de los Caballeros:
 - 3.1.1.1 Estación de bombeo de Ac. Hato del Yaque
 - 3.1.1.2 Estación de bombeo de la planta de tratamiento de Sabana Iglesia

3.1.1 Las 7 estaciones de bombeo de ALINO auditadas

Luego del diagnóstico detallado realizado en octubre de 2022 en las 7 estaciones de bombeo ya mencionadas, se desprendió el rendimiento de las bombas. No obstante, algunas bombas estaban fuera de servicio y no se pudieron hacer las mediciones necesarias para el diagnóstico. Para estas

Bombas, se ha considerado, en esta estrategia, que el rendimiento era el mismo que la bomba que funcionaba en paralelo en la misma estación de bombeo.

Entonces, se obtuvo la tabla siguiente con los rendimientos individuales de cada bomba (rendimiento actual corresponde al resultado de las mediciones de octubre 2022):

Estatus de la campaña de mediciones	Número de la bomba	Rendimiento actual	Diagnosticada ?
Guayacanes 1	1	53%	Diagnosticada
Guayacanes 1	2	54%	Diagnosticada
Guayacanes 2	1	41%	Diagnosticada
Guayacanes 2	2	37%	Diagnosticada
La Caya	1	48%	Fuera de servicio. Asimilado al rendimiento de la otra bomba.
La Caya	2	48%	Diagnosticada
Aguas de Luis	1	63%	Diagnosticada
Aguas de Luis	2	68%	Diagnosticada
Arroyo Caña	1	32%	Diagnosticada
Arroyo Caña	2	28%	Diagnosticada
Arroyo Caña	1+2	29%	Diagnosticada
Jaíqui	1	26%	Diagnosticada
Jaíqui	2	27%	Diagnosticada
Los Limones	1	64%	Diagnosticada
Los Limones	2	64%	Fuera de servicio. Asimilado al rendimiento de la otra bomba.

Tabla 5. Rendimientos medidos durante el diagnóstico de octubre 2022



PRECISIÓN A PROPÓSITO DEL ESTADO DE LAS BOMBAS AUDITADAS

Se debe notar aquí que, en octubre de 2022, las bombas de Arroyo Caña fueron auditadas individualmente, en un primer tiempo, y juntas en un segundo tiempo (el mismo día). Pero, de hecho, las bombas 1 y 2 de Arroyo Caña siempre operan juntas.

Además, la bomba n°1 de La Caya y la bomba n°2 de Los Limones se encontraron fuera de servicio en octubre de 2022 y eso fue confirmado en la visita de campo de noviembre de 2023.

La primera iniciativa propuesta, consiste en sustituir cada bomba de las 7 estaciones de bombeo

que fueron auditadas en octubre de 2022 (el *perímetro prioritario*) ya que tienen rendimientos significativamente inferiores a los esperados para estas condiciones operacionales. Los diferentes análisis de campo y de los datos obtenidos han permitido identificar **causas potenciales principales de rendimiento bajo** de las bombas. Son:

- Una degradación con el uso, a pesar de un diseño correcto al momento de la instalación del equipo
- Un mal diseño al momento de la instalación del equipo

La identificación del porcentaje de uso del caudal actual con respecto al caudal dado por el fabricante proporciona una indicación sobre cómo fue diseñada la instalación. De la misma manera, este análisis se aplica a la altura. Se obtiene la siguiente tabla:

Estatus de la campaña de mediciones	Número de la bomba	Rendimiento actual	Caudal medido (m3/h)	Uso del caudal con respecto al diseño	Altura medida (mca)	Uso de la altura con respecto al diseño	Análisis
Guayacanes 1	1	53%	25.92	83%	211.5	98%	Buen diseño, rendimiento degradado
Guayacanes 1	2	54%	26.028	83%	211.5	98%	Buen diseño, rendimiento degradado
Guayacanes 2	1	41%	14.04	88%	199.5	101%	Buen diseño, rendimiento degradado
Guayacanes 2	2	37%	14.4	91%	187.8	95%	Buen diseño, rendimiento degradado
La Caya	1	no medida	no medida	no medida	no medida	no medida	
La Caya	2	48%	32.4	88%	138	97%	Buen diseño, rendimiento degradado
Aguas de Luis	1	63%	56.88	93%	291	98%	Buen diseño, rendimiento degradado
Aguas de Luis	2	68%	57.6	94%	311	105%	Buen diseño, rendimiento degradado
Arroyo Caña	1	32%	5.76	79%	143	109%	Mal diseño
Arroyo Caña	2	28%	4.68	64%	156	119%	Mal diseño
Arroyo Caña	1+2	29%	8.64	59%	160	122%	Mal diseño
Jaíqui	1	26%	9	44%	58.8	98%	Mal diseño
Jaíqui	2	27%	21.6	106%	37.5	63%	Mal diseño
Los Limones	1	64%	122.4	99%	229	100%	Buen diseño, rendimiento degradado
Los Limones	2	no medida	no medida	no medida	no medida	no medida	

Tabla 6. *Uso del caudal y de la altura a comparación con el diseño normal*

A través de la renovación, se espera lograr rendimientos mejores de los motores y bombas. La altura y el caudal medidos durante el diagnóstico técnico sirven para identificar las características de las nuevas bombas para que funcionen en un punto de operación óptimo. Se realizó un análisis de las curvas características de cada bomba y se destacó el rendimiento esperado. Son los siguientes:

Proyecto de Modernización del Sector Agua – INAPA
Estrategia provisional de eficiencia energética de la Región Noroeste para el INAPA

Estación de bombeo	Número de la bomba	Rendimiento actual	Diagnosticada	Rendimiento nuevo (después de la sustitución)	Aumento rendimiento
Guayacanes 1	1	53%	Diagnosticada	76%	45%
Guayacanes 1	2	54%	Diagnosticada	76%	41%
Guayacanes 2	1	41%	Diagnosticada	75%	82%
Guayacanes 2	2	37%	Diagnosticada	75%	101%
La Caya	1	Fuera de servicio.			
La Caya	2	48%	Diagnosticada	78%	62%
Aguas de Luis	1	63%	Diagnosticada	81%	29%
Aguas de Luis	2	68%	Diagnosticada	81%	19%
Arroyo Caña	1	32%	Diagnosticada	55%	75%
Arroyo Caña	2	28%	Diagnosticada	55%	94%
Arroyo Caña	1+2	29%	Diagnosticada	62%	114%
Jaíqui	1	26%	Diagnosticada	62%	143%
Jaíqui	2	27%	Diagnosticada	62%	128%
Los Limones	1	64%	Diagnosticada	83%	31%
Los Limones	2	Fuera de servicio.			

Tabla 7. Futuros rendimientos anticipados

Dado que la bomba 1 de la Caya y la bomba 2 de Los Limones están fuera de servicio, no fueron consideradas en la estimación de mejora de rendimiento.

El ahorro energético anticipado para las 7 estaciones de bombeo de ALINO auditadas está presentado abajo.

CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	Estimación de mejora de rendimiento (% de aumento)	Futuro consumo KWH 12 MES PRIORIDAD 1	Ahorro KWH 12 MES PRIORIDAD 1
6485927	DAJABON	PARTIDO	Aguas de Luis	23.85%	371,844 kWh	88,668 kWh
6498348	VALVERDE	LAGUNA SALADA	La Caya	61.69%	59,764 kWh	36,867 kWh
6563966	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 1	43.00%	58,773 kWh	25,271 kWh
6563970	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 2	91.63%	17,136 kWh	15,702 kWh
7220397	MONTECRISTI	MONTECRISTI	Jaíqui	135.75%	5,093 kWh	6,914 kWh
7224281	MONTECRISTI	GUAYUBIN	Los Limones	31.13%	308,878 kWh	96,155 kWh
6551028	MONTECRISTI	ARROYO CAÑA	Arroyo Caña	113.70%	9,814 kWh	11,158 kWh
TOTAL					831,302 kWh	280,735 kWh

Tabla 8. Ahorro energético anticipado para las 7 estaciones de bombeo de ALINO auditadas

3.1.2 Selección de estaciones de bombeo de Santiago de los Caballeros: Hato del Yaque y Sabana Iglesia

Algunas estaciones de bombeo presentan condiciones deterioradas y envejecidas. De estas observaciones, fueron identificadas dos (2) estaciones de bombeo de la provincia de Santiago de los Caballeros que representan un consumo de energía importante:

- La estación de bombeo de Hato del Yaque (Provincia Santiago de los Caballeros) cuyo consumo representa **10.9%** del consumo total de energía activa del alcance;
- La estación de bombeo de la planta de tratamiento de Sabana Iglesia (Provincia Santiago de los Caballeros) cuyo consumo representa **17.2%**
- del consumo total de energía activa del alcance.

Estas estaciones de bombeo no fueron diagnosticadas. Por eso, es necesario utilizar hipótesis para estimar de cuántos puntos de rendimiento se podría mejorar el desempeño de estas estaciones de bombeo.

AVISO

Se han incluido en el alcance otras estaciones de bombeo situadas en Santiago de los Caballeros, **aunque inicialmente no formaban parte del mismo.**

Es importante resaltar que, a excepción de las 7 estaciones ALINO auditadas, las demás instalaciones del alcance **no han sido diagnosticadas**. Su rendimiento no ha sido objeto de un estudio técnico. Por lo tanto, **las renovaciones necesarias y las estimaciones de mejora potencial del rendimiento tras estas renovaciones se han basado en hipótesis poco sólidas**, consistiendo en la extrapolación de los datos de facturación de cada una de las estaciones de bombeo. Los resultados obtenidos deberán actualizarse al término de la auditoría completa, prevista para 2024.

Tomamos como hipótesis que, en un primer momento, las obras se enfocarán en la sustitución de los motores y de las bombas de cada estación.

Hacemos también la hipótesis que se podría lograr un mejor de rendimiento correspondiente al promedio de lo que fue estimado tras el análisis de las 7 estaciones de bombeo de ALINO ya auditadas. Este promedio es de **37.07%** después de la aplicación de un factor de seguridad de 50%.

Tras acciones de renovación de las estaciones de bombeo, se puede anticipar **802,966 kWh** de ahorro de consumo por año.

CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	Estimación de mejora de rendimiento (% de aumento)	Futuro consumo KWH 12 MES PRIORIDAD 1	Ahorro KWH 12 MES PRIORIDAD 1
6005179	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLEROS	AC. HATO DEL YAQUE	37.07%	842,353 kWh	312,265 kWh
6005157	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO - BOMBEO	37.07%	1,323,698 kWh	490,702 kWh
TOTAL					2,166,052 kWh	802,966 kWh

Tabla 9. Ahorro energético anticipado para las estaciones de bombeo de Ac. Hato del Yaque y Sabana Iglesia

3.1.3 Síntesis de las estimaciones de ahorro de la prioridad 1 e Inversiones

3.1.3.1 Resultados Esperados para la reducción de consumo específico

El resultado se presenta en esta tabla de síntesis de la prioridad 1 con un ahorro anticipado total de **1,083,701 kWh**.

CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	Estimación de mejora de rendimiento (% de aumento)	Futuro consumo KWH 12 MES PRIORIDAD 1	Ahorro KWH 12 MES PRIORIDAD 1
6485927	DAJABON	PARTIDO	Aguas de Luis	23.85%	371,844 kWh	88,668 kWh
6498348	VALVERDE	LAGUNA SALADA	La Caya	61.69%	59,764 kWh	36,867 kWh
6563966	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 1	43.00%	58,773 kWh	25,271 kWh
6563970	VALVERDE	LAGUNA SALADA	Guayacanes 2	91.63%	17,136 kWh	15,702 kWh
7220397	MONTECRISTI	MONTECRISTI	Jaiquí	135.75%	5,093 kWh	6,914 kWh
7224281	MONTECRISTI	GUAYUBIN	Los Limones	31.13%	308,878 kWh	96,155 kWh
6551028	MONTECRISTI	ARROYO CAÑA	Arroyo Caña	113.70%	9,814 kWh	11,158 kWh
6005179	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLEROS	AC. HATO DEL YAQUE	37.07%	842,353 kWh	312,265 kWh
6005157	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO - BOMBEO	37.07%	1,323,698 kWh	490,702 kWh
TOTAL					2,997,354 kWh	1,083,701 kWh

Tabla 10. Ahorro energético anticipado para el total de la Prioridad 1

3.1.3.2. Inversiones y Tiempo de retorno

El propósito de la sustitución de estas bombas es renovarlas con equipos (motores y bombas) con mejor rendimiento para mejorar su consumo específico individual. En primer lugar, se determinan los costos de inversión en nuevos equipos. En segundo lugar, se obtiene un tiempo de retorno de la inversión, dado los ahorros de gasto energético.

Un balance energético y económico está presentado en la página siguiente. En la primera parte del cuadro se exponen los ahorros de consumo energético anticipados, permitido por un mejor rendimiento. En la segunda parte de la tabla, los costos de inversión (Capex) de provisión y de instalación indican el monto necesario para la implementación de estas acciones.

Para destacar un tiempo de retorno de inversión, se considera la hipótesis de un precio constante de la energía, de 9.89 \$DOP/kWh para los contratos en media tensión 1 (MTD1) y de 9.52 \$DOP/kWh para los contratos en media tensión 2 (MTD2), indicado en la última factura recibida, de septiembre de 2023, y en conformidad con la Resolución SIE-060-2023-TF de la Superintendencia de Electricidad. Los resultados son ordenados según el tiempo de retorno creciente.

Dado el monto de inversión necesario para implementar estas acciones, la institución tendrá que completar el monto financiado por el plan de adquisición de la AT UE/AFD para cubrir el total de la inversión correspondiente a la Prioridad 1.

En la columna “Cúmulo de ahorro (%)” sobresale el ahorro de consumo energético que se puede lograr, acumulando las acciones de sustitución de las bombas de las líneas superiores, con respecto al alcance regional definido al principio de este entregable.

Por ejemplo, si se implementan las acciones desde 1 hasta 7, se obtendrían 2.02% de reducción de ahorro sobre el alcance definido en la línea de base (las 32 instalaciones de la matriz de selección). Así, se facilita la priorización de las acciones de renovación, basada en el tiempo de retorno de inversión.

El tiempo de retorno se calcula en función de los costos de inversión, los costos operacionales (staff y materiales) y los ahorros de gasto energético. Los costos operacionales están estimados en una base de 2 horas/mes de intervención de un técnico, y 1 hora/mes de intervención de un ingeniero para cada equipo (bomba y motor).

En la estación de los Limones, solamente una de las dos bombas opera (la otra ha estado fuera de servicio durante meses). Dado que la bomba 2 está fuera de servicio, la estimación del ahorro energético depende solo de la bomba 1. Sin embargo, el modo de operación normal de las dos bombas necesita que las dos estén operacionales. Por eso, se debería invertir en ambos equipos.

Lo mismo ocurre en la estación de la Caya (pero es el contrario: la bomba 1 está fuera de servicio). El tiempo de retorno toma en consideración la provisión e instalación de ambas, lo que explica por qué es tan importante.

Estimación de costos:

Dado que no se puede determinar la diferencia en costos de O&M, se tomó la decisión de considerar nulo este término. La estimación de los costos de inversión, o CAPEX, se ha realizado con base en un estudio de productos de catálogo de varios proveedores reconocidos. Esta evaluación considera las mejores opciones disponibles en el mercado.

Proyecto de Modernización del Sector Agua – INAPA
Estrategia provisional de eficiencia energética de la Región Noroeste para el INAPA

Estación de bombeo	Número de la bomba	Consumo existente (kWh)	Consumo nuevo (kWh)	Ahorro de consumo (kWh) (I)	Tarifa (DOP/kWh) (II)	Ahorro de consumo (DOP) (III) = (I) x (II)	Estimación CAPEX asociado (provisión) (\$DOP)	Estimación CAPEX asociado (provisión+ instalación) (\$DOP) (IV)	Estimación OpEx anual materiales (\$DOP) (V)	Estimación OpEx anual staff (\$DOP) (VI)	Tiempo de retorno calculado (años) (VII)= (IV)/ [(III) - (V) - (VI)]	Cúmulo de ahorro (kWh)	Cúmulo de Ahorro (% del perímetro total)
Ac. Sabana Iglesia	Todas	1,814,400	1,323,698	490,702	9.89	4,853,039	RD\$1,295,700	RD\$2,332,260	RD\$0	RD\$0	0.48	490,702	4.62%
Ac. Hato del Yaque	Todas	1,154,618	842,353	312,265	9.89	3,088,298	RD\$1,295,700	RD\$2,332,260	RD\$0	RD\$0	0.76	802,966	7.56%
Los Limones	1	405,033	308,878	96,155	9.89	950,969	RD\$758,330	RD\$1,364,994	RD\$0	RD\$0	1.44	899,121	8.46%
Aguas de Luis	1	230,256	178,856	51,400	9.89	508,342	RD\$401,235	RD\$722,223	RD\$0	RD\$0	1.42	950,520	8.94%
La Caya	2	96,631	59,764	36,867	9.89	364,613	RD\$491,589	RD\$884,859	RD\$0	RD\$0	2.43	987,387	9.29%
Aguas de Luis	2	230,256	193,569	36,687	9.89	362,839	RD\$401,235	RD\$722,223	RD\$0	RD\$0	1.99	1,024,075	9.64%
Guayacanes 1	1	42,022	28,985	13,037	9.89	128,931	RD\$254,994	RD\$458,989	RD\$0	RD\$0	3.56	1,037,111	9.76%
Guayacanes 1	2	42,022	29,799	12,223	9.89	120,885	RD\$254,994	RD\$458,989	RD\$0	RD\$0	3.80	1,049,334	9.87%
Arroyo Caña	1+2	20,972	9,814	11,158	9.89	110,354	RD\$355,195	RD\$639,350	RD\$0	RD\$0	5.79	1,060,492	9.98%
Guayacanes 2	2	16,419	8,177	8,242	9.89	81,518	RD\$209,817	RD\$377,671	RD\$0	RD\$0	4.63	1,068,735	10.06%
Guayacanes 2	1	16,419	8,999	7,420	9.89	73,387	RD\$209,817	RD\$377,671	RD\$0	RD\$0	5.15	1,076,155	10.13%
Jaiquí	1	6,004	2,467	3,537	9.89	34,983	RD\$97,609	RD\$175,697	RD\$0	RD\$0	5.02	1,079,692	10.16%
Jaiquí	2	6,004	2,632	3,372	9.89	33,347	RD\$97,609	RD\$175,697	RD\$0	RD\$0	5.27	1,083,064	10.19%
Total		4,081,055 kWh	2,997,991 kWh	1,083,064 kWh		RD\$ 10,711,504	RD\$ 6,123,824	RD\$ 11,022,883	RD\$ 0	RD\$ 0		1,083,064 kWh	10.19%

Tabla 11. Balance energético y económico de los ahorros y tiempo de retorno de las iniciativas para la Prioridad 1 (ordenado por ahorro de consumo decreciente)

En conclusión, de la prioridad 1:



TASA DE CONSECUCCIÓN DEL OBJETIVO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO ESPECÍFICO DE LA META DEL IVD 8 EN 2025

Esta propuesta de renovación de todas las bombas de las 7 estaciones de bombeo auditadas de ALINO (Guayacanes 1, Guayacanes 2, La Caya, Agua de Luis, Arroyo Cana, Jaíqui y Los Limones) y de las estaciones de Hato del Yaque y Sabana Iglesia (Provincia de Santiago de los Caballeros) permitiría lograr un ahorro energético de 1,083,701 kWh , así como el **objetivo de reducción de la meta IVD-8 de 2025 (5.3%), con 10.28% de reducción del consumo energético en kWh/m³ de la matriz de selección de la región Noroeste.**

Las acciones de la prioridad 1 permiten alcanzar la meta IVD-8 para 2025. Luego, propuestas complementarias están sugeridas en prioridad 2 para lograr las metas para 2026 y 2027.

3.2 Prioridad 2: la estación de bombeo de Monción y otras instalaciones de la provincia de Santiago de los Caballeros

3.2.1 Estación de bombeo de Monción

La estación de Monción se alimenta a partir de la presa de Monción (fuente en común con el sistema ALINO). No formó parte del diagnóstico técnico de octubre de 2022, pero representa un fuerte potencial de reducción del consumo energético que puede influir significativamente en el indicador global del alcance de la Región Noroeste. De hecho, la estación de Monción consume aproximadamente un 30% de la energía consumida por todas las instalaciones de la matriz de selección.

Un proyecto de extensión de la planta de tratamiento y de la red de agua potable del Municipio de Monción ya ha sido decidido. En consecuencia, la estación de bombeo de Monción debe ser rehabilitada y ampliada también. En el marco de este proyecto de ampliación, las tres bombas de la estación de bombeo de Monción van a ser sustituidas con bombas de una capacidad superior. Esta renovación puede contribuir a reducir el consumo energético por m³ de la estación de manera significativa si la instalación está correctamente diseñada y adecuadamente operada. Dado que el consumo de la estación de bombeo de Monción pertenece a la línea de base, el ahorro de energía que la renovación va a permitir debería ser evaluado.

Por eso, **se recomienda que una auditoría de la estación de bombeo de Monción sea realizada antes de su rehabilitación** la cual implica un cambio de las tres bombas. Esta auditoría, que se ejecutará idealmente en 2024, actualizará la línea base para que el ahorro futuro sea contabilizado en los esfuerzos de la estrategia provisional de eficiencia energética para lograr la meta IVD-8 del año 2025. Considerando que una auditoría energética tendrá lugar en 2024 en el marco del programa de modernización, sugerimos fuertemente que ella podría incluir la estación de bombeo de Monción.

La evaluación del ahorro energético seguiría la misma metodología que fue empleada para determinar los ahorros potenciales de la renovación de las bombas de las 7 estaciones de bombeo que fueron diagnosticadas en octubre de 2022.

Sin embargo, por el momento, se puede estimar en una primera aproximación lo que podría ser la reducción de consumo de energía específica después de la rehabilitación de la estación de Monción.

Las estaciones de Santiago de los Caballeros están consideradas envejecidas. Por eso, forman parte de la prioridad 2 (salvo Hato del Yaque y Sabana Iglesia que contribuyen a la prioridad 1).

3.2.3 Síntesis de las estimaciones de ahorro de la prioridad 2 E inversiones

3.2.3.1 Resultados Esperados para la reducción de consumo específico

Como lo presenta la tabla siguiente de síntesis de la prioridad 2, se calcula un ahorro anticipado total de **926,273 kWh**.

A pesar de que no conocemos el desempeño de esas estaciones de bombeo de la prioridad 2, se intenta aquí hacer una primera estimación con los **datos existentes de facturación**.

En primera aproximación, se considera la estimación del logro promedio de puntos de rendimiento para las bombas auditadas la Prioridad 1. La comparación entre los rendimientos calculados durante el diagnóstico técnico de octubre de 2022 y los rendimientos esperados después de la sustitución muestra una mejora del rendimiento en un rango de 19% a 143%, para un promedio de 74%. Este promedio constituye un valor que utilizamos para anticipar la mejora de rendimiento del alcance de la prioridad 2.

Para ser conservador, se considera que el 50% de este promedio podrá ser conseguida, o sea 37% (50% de 74%). Así, se estima lo que sigue:

Tabla 12. Ahorro energético anticipado para la Prioridad 2

CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	Estimación de mejora de rendimiento (% de aumento)	Futuro consumo	Ahorro KWH 12
					KWH 12 MES	MES
					PRIORIDAD 2	PRIORIDAD 2
7166114	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO AC. MONCION	37.07%	1,356,075 kWh	502,704 kWh
6005279	SANTIAGO LOS CABALLEROS	BAITOA	AC. BAITOA-(ESTACION DE BOMBEO PRESA DE TAVERAS)	37.07%	499,300 kWh	185,093 kWh
6005182	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLERO	AC. MULTIPLE LA CAÑELA-(AC. LOS ALMACIGOS)	37.07%	59,022 kWh	21,880 kWh
6005088	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	RELEVO VILLA BAO, AC. HATO DEL YAQUE	37.07%	261,731 kWh	97,025 kWh
8450670	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	ESTACION DE RELEVO GUAYACANAL, AC. VILLA BAO (NUEVO)	37.07%	73,634 kWh	27,297 kWh
5235920	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO	37.07%	79,651 kWh	29,527 kWh
6000189	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	RELEVO SABANA IGLESIA EXTENSION A LOS RANCHOS (ESTACION DE BOMBEO)	37.07%	70,387 kWh	26,093 kWh
6005159	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	RELEVO PALO AMARILLO	37.07%	98,879 kWh	36,655 kWh
TOTAL					2,498,680 kWh	926,273 kWh

Nota: En el caso de la estación de bombeo del acueducto de Monción, la sustitución de las bombas permitirá un aumento de volumen de agua despachado por la estación de tratamiento de agua potable de Monción (pasando de 70 l/s a 140 l/s según la ficha técnica del Proyecto de rehabilitación de la estación de bombeo de Monción) y al mismo tiempo se aumentará el consumo de la estación de bombeo. Sin embargo, el consumo en kWh/m³ disminuirá. Se considera en la tabla anterior que el futuro consumo correspondiente al volumen despachado actualmente será de 1,356,075 kWh, inferior al consumo actual (se aplica la misma mejora de rendimiento que para las demás estaciones).3.6.3.1 Inversiones y Tiempo de retorno

3.2.3.2 Inversiones y Tiempo de retorno.

En la siguiente tabla se presentan los costos necesarios estimados para la implementación de la Prioridad 2. Esta estimación se precisará más adelante con las informaciones que se determinen del proyecto de rehabilitación de la estación de Monción, en particular con las propuestas de proveedores una vez sea adjudicada la licitación.

Estimación de costos:

Dado que no se puede determinar la diferencia en costos de O&M, se tomó la decisión de considerar nulo este término. La estimación de los costos de inversión, o CAPEX, se ha realizado con base en un estudio de productos de catálogo de varios proveedores reconocidos. Esta evaluación considera las mejores opciones disponibles en el mercado.

Proyecto de Modernización del Sector Agua – INAPA
Estrategia provisional de eficiencia energética de la Región Noroeste para el INAPA

Figura 3. Balance energético y económico de los ahorros y tiempo de retorno de las iniciativas para la Prioridad 2 (ordenado por ahorro de consumo decreciente)

Estación de bombeo	Número de la bomba	Consumo existente (kWh)	Consumo nuevo (kWh)	Ahorro de consumo (kWh) (I)	Tarifa (DOP/kWh) (II)	Ahorro de consumo (DOP) (III) = (I) x (II)	Estimación CAPEX asociado (provisión) (\$DOP)	Estimación CAPEX asociado (provisión+ instalación) (\$DOP) (IV)	Estimación OpEx anual materiales (\$DOP) (V)	Estimación OpEx anual staff (\$DOP) (VI)	Tiempo de retorno calculado (años) (VII)= (IV)/ [(III) - (V) - (VI)]	Cúmulo de ahorro (kWh)	Cúmulo de Ahorro (% del perímetro total)
Ac. Sabana Iglesia	Todas	1,814,400	1,323,698	490,702	9.89	4,853,039	RDS1,295,700	RDS2,332,260	RD\$0	RD\$0	0.48	490,702	4.62%
Ac. Hato del Yaque	Todas	1,154,618	842,353	312,265	9.89	3,088,298	RDS1,295,700	RDS2,332,260	RD\$0	RD\$0	0.76	802,966	7.56%
Los Limones	1	405,033	308,878	96,155	9.89	950,969	RDS758,330	RDS1,364,994	RD\$0	RD\$0	1.44	899,121	8.46%
Aguas de Luis	1	230,256	178,856	51,400	9.89	508,342	RDS401,235	RDS722,223	RD\$0	RD\$0	1.42	950,520	8.94%
La Caya	2	96,631	59,764	36,867	9.89	364,613	RDS491,589	RDS884,859	RD\$0	RD\$0	2.43	987,387	9.29%
Aguas de Luis	2	230,256	193,569	36,687	9.89	362,839	RDS401,235	RDS722,223	RD\$0	RD\$0	1.99	1,024,075	9.64%
Guayacanes 1	1	42,022	28,985	13,037	9.89	128,931	RDS254,994	RDS458,989	RD\$0	RD\$0	3.56	1,037,111	9.76%
Guayacanes 1	2	42,022	29,799	12,223	9.89	120,885	RDS254,994	RDS458,989	RD\$0	RD\$0	3.80	1,049,334	9.87%
Arroyo Caña	1+2	20,972	9,814	11,158	9.89	110,354	RDS355,195	RDS639,350	RD\$0	RD\$0	5.79	1,060,492	9.98%
Guayacanes 2	2	16,419	8,177	8,242	9.89	81,518	RDS209,817	RDS377,671	RD\$0	RD\$0	4.63	1,068,735	10.06%
Guayacanes 2	1	16,419	8,999	7,420	9.89	73,387	RDS209,817	RDS377,671	RD\$0	RD\$0	5.15	1,076,155	10.13%
Jaliquí	1	6,004	2,467	3,537	9.89	34,983	RDS97,609	RDS175,697	RD\$0	RD\$0	5.02	1,079,692	10.16%
Jaliquí	2	6,004	2,632	3,372	9.89	33,347	RDS97,609	RDS175,697	RD\$0	RD\$0	5.27	1,083,064	10.19%
Total		4,081,055 kWh	2,997,991 kWh	1,083,064 kWh		RD\$ 10,711,504	RD\$ 6,123,824	RD\$ 11,022,883	RD\$ 0	RD\$ 0		1,083,064 kWh	10.19%

En conclusión, de la prioridad 2:



TASA DE CONSECUCCIÓN DEL OBJETIVO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO ESPECÍFICO DE LA META DEL IVD 8 EN 2026

Esta propuesta concierne la renovación de 9 estaciones de bombeo: Monción (Villa Los Almácigos), Presa de Taveras (Baitoa), Acueducto Múltiple La Canela (Santiago de los Caballeros), Relevo Villa Bao (Hato del Yaque), Relevo Guayacanal (Hato del Yaque), Planta de tratamiento Sabana Iglesia (Sabana Iglesia), Relevo Sabana Iglesia Extensión a los Ranchos (Sabana Iglesia), y Relevo Palo Amarillo (Sabana Iglesia).

Visto que el consumo del perímetro total (32 instalaciones) es de 10,546,330 kWh, se concluye que estas acciones de renovación de la Prioridad 2 permitirán lograr un 8.78% adicional de reducción de consumo específico del alcance de la estrategia provisional de eficiencia energética.

Añadido a los 10.28% de reducción alcanzada por acciones de la prioridad 1, el indicador de consumo específico del perímetro podría ser reducido por un total de 19.06% con el conjunto de las prioridades 1 y 2.

El objetivo de reducción de la meta IVD-8 de 2026 (18%) sería alcanzado, ya que

3.3 Prioridad 3: el resto del alcance

Las demás disposiciones del alcance forman parte de la prioridad 3.

Dado que el resto de estas 32 instalaciones no fueron diagnosticadas, seguimos la misma metodología que para la prioridad 2. Se consideran 15 instalaciones entre las instalaciones restantes del alcance para las acciones de mejora de eficiencia energética de esta prioridad, lo que excluye entonces:

- ✓ las estaciones de bombeo de la Prioridad 1
- ✓ las estaciones de bombeo de la Prioridad 2
- ✓ las oficinas comerciales
- ✓ el campamento de operación de Laguna Salada
- ✓ la estación de bombeo de la planta de tratamiento de Mariano Cestero (consumo demasiado bajo, < 10 MWh por año)
- ✓ EB-2 estación de bombeo de aguas residuales (consumo demasiado bajo, < 10 MWh por año)
- ✓ Estación de bombeo de Montecristi (consumo demasiado bajo, < 10 MWh por año)
- ✓ Ac. Navarrete - Relevo La Atravesada / Estación de bombeo sector 3 ampliación (consumo demasiado bajo, < 10 MWh por año)

Siguiendo la misma metodología, seleccionamos el promedio de mejora de rendimiento estimado de las acciones sobre las estaciones de la Prioridad 1: 74%. Esta mejora de rendimiento podría ser obtenida siguiendo dos principales disposiciones potenciales:

- ✓ Sustitución de los equipos (motor + bomba) con una selección adaptada al diseño
- ✓ Ajuste de válvula de regulación (se puede aplicar a todas las estaciones de bombeo de la región)

según un principio de continuación de mejoramiento). Las válvulas de salida, al regular el flujo de agua, influyen directamente en la eficiencia del sistema de bombeo. Un correcto dimensionamiento y control de las válvulas de salida ayudan a evitar pérdidas de carga innecesarias, garantizando así que la energía se utilice de manera eficiente.

Hay que notar que **un diagnóstico detallado de estas instalaciones es necesario** para precisar estas acciones que son pertinentes para mejorar la eficiencia energética de esta prioridad 3.

Se estima entonces que 50% de esta mejora de 74% de la eficiencia energética se podrían obtener gracias a estas medidas. La tabla siguiente muestra los resultados esperados de la Prioridad 3.

CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	Estimación de mejora de rendimiento (% de aumento)	Futuro consumo KWH 12 MES PRIORIDAD 3	Ahorro KWH 12 MES PRIORIDAD 3
6005193	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	PLANTA DE TRATAMIENTO AC. NAVARRETE	37.07%	327,964 kWh	121,578 kWh
6110367	DAJABON	VILLA VASQUEZ	ESTACION DE BOMBEO EB-4	37.07%	68,811 kWh	25,509 kWh
6259453	DAJABON	DAJABON	PLANTA DE TRATAMIENTO	37.07%	15,078 kWh	5,589 kWh
6769926	DAJABON	DAJABON	CARCAMO DE BOMBEO AC. DAJABON (NUEVO)	37.07%	60,670 kWh	22,490 kWh
6845997	MONTECRISTI	Villa Vasquez	EB-3 ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES	37.07%	15,607 kWh	5,786 kWh
7165008	VALVERDE	LA SABANA	Ac. Potrero	37.07%	814,269 kWh	301,854 kWh
7165009	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO EL PINO (Dajabón)- AC. EL PINO (Ac. Villa Los	37.07%	416,179 kWh	154,280 kWh
7165010	SANTIAGO RODRIGUEZ	SAN IGNACIO DE SABANETA	ESTACION DE BOMBEO LOS TOMINES-(TANQUE DE INAPA)	37.07%	17,317 kWh	6,419 kWh
7165014	MONTECRISTI	MONTECRISTI	PLANTA DE AGUAS RESIDUALES MONTE CRISTI	37.07%	28,556 kWh	10,586 kWh
7165020	DAJABON	PARTIDO	BOMBEO DE VACA GORDA	37.07%	28,757 kWh	10,660 kWh
7166235	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO, AC. ARROYO BLANCO EL GUANAL	37.07%	90,451 kWh	33,531 kWh
7175973	VALVERDE	MAO	AC. LINEA NOROESTE (ETA) PLANTA DE TRATAMIENTO	37.07%	267,318 kWh	99,096 kWh
8129122	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	RELEVO LA ATRAVESADA, AC. NAVARRETE, (BOOSTER DEL SECTOR II)	37.07%	16,172 kWh	5,995 kWh
8548590	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	RELEVO BARRERO, SECTOR PONTON-(ESTACION 5 NAVARRETE)	37.07%	13,103 kWh	4,857 kWh
8868169	MONTECRISTI	MONTECRISTI	PLANTA DE TRATAMIENTO	37.07%	37,820 kWh	14,020 kWh
TOTAL					2,218,072 kWh	822,250 kWh

Tabla 13. Ahorro energético anticipado para la Prioridad 3

Se presentan en la siguiente tabla los costos necesarios estimados para la implementación de esta Prioridad 3, la cual será más precisa una vez se realice el proyecto de rehabilitación de la estación de Monción, en particular con cifras de proveedores si ya fueron obtenido:

Estimación de costos:

Dado que no se puede determinar la diferencia en costos de O&M, se tomó la decisión de considerar nulo este término. La estimación de los costos de inversión, o CAPEX, se ha realizado con base en un estudio de productos de catálogo de varios proveedores reconocidos. Esta evaluación considera las mejores opciones disponibles en el mercado.

Proyecto de Modernización del Sector Agua – INAPA
Estrategia provisional de eficiencia energética de la Región Noroeste para el INAPA

Estación de bombeo	Consumo existente (kWh)	Consumo nuevo (kWh)	Ahorro de consumo (kWh) (I)	Tarifa (DOP/kWh) (II)	Ahorro de consumo (DOP) (III) = (I) x (II)	Estimación CAPEX asociado (provisión) (\$DOP)	Estimación CAPEX asociado (provisión+ instalación) (\$DOP) (IV)	Estimación OPEX anual materiales (\$DOP) (V)	Estimación OPEX anual staff (\$DOP) (VI)	Tiempo de retorno calculado (años) (VIII)= (IV)/ [(III) - (V) - (VI)]	Cúmulo de ahorro (kWh)	Cúmulo de Ahorro (% del perímetro total)
Monción	1,858,778	1,356,075	502,704	9.89	4,971,739	RD\$ 5,960,220	RD\$ 8,940,330	RD\$ 0	RD\$ 0	1.80	502,704	4.77%
AC. BAITOA-(ESTACION DE BOMBEO PRESA DE TAVERAS)	684,393 kWh	499,300	185,093	9.89	1,830,569	RD\$ 5,751,211	RD\$ 8,626,817	RD\$ 0	RD\$ 0	4.71	687,797	6.52%
AC. MULTIPLE LA CANELA-(AC. LOS ALMACIGOS)	80,902 kWh	59,022	21,880	9.89	216,391	RD\$ 1,725,363	RD\$ 2,588,045	RD\$ 0	RD\$ 0	11.96	709,676	6.73%
RELEVO VILLA BAO, AC. HATO DEL YAQUE	358,756 kWh	261,731	97,025	9.89	959,578	RD\$ 1,380,291	RD\$ 2,070,436	RD\$ 0	RD\$ 0	2.16	806,701	7.65%
ESTACION DE RELEVO GUAYACANAL, AC. VILLA BAO (NUEVO)	100,931 kWh	73,634	27,297	9.89	269,963	RD\$ 2,875,606	RD\$ 4,313,408	RD\$ 0	RD\$ 0	15.98	833,998	7.91%
AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO	109,178 kWh	79,651	29,527	9.89	292,023	RD\$ 1,725,363	RD\$ 2,588,045	RD\$ 0	RD\$ 0	8.86	863,525	8.19%
RELEVO SABANA IGLESIA EXTENSION A LOS RANCHOS (ESTACION DE BOMBEO)	96,480 kWh	70,387	26,093	9.89	258,058	RD\$ 690,145	RD\$ 1,035,218	RD\$ 0	RD\$ 0	4.01	889,618	8.44%
RELEVO PALO AMARILLO	135,535 kWh	98,879	36,655	9.89	362,519	RD\$ 1,380,291	RD\$ 2,070,436	RD\$ 0	RD\$ 0	5.71	926,273	8.78%
Total	3,424,953 kWh	2,498,680 kWh	926,273 kWh		RD\$ 9,160,841	RD\$ 21,488,490	RD\$ 32,232,736	RD\$ 0	RD\$ 0		926,273 kWh	8.78%

Figura 4. Balance energético y económico de los ahorros y tiempo de retorno de las iniciativas para la Prioridad 2 (ordenado por ahorro de consumo decreciente)

En conclusión, de la prioridad 3:



**TASA DE CONSECUCIÓN DEL OBJETIVO DE REDUCCIÓN DE CONSUMO
ESPECÍFICO DE LA META DEL IVD 8 EN 2027**

Esta propuesta concierne la renovación de 15 instalaciones.

Visto que el consumo del perímetro total (32 instalaciones) es de 10,546,330 kWh, se puede inferir que la implementación de esta iniciativa de renovación permitirá alcanzar un ahorro de 822,250 kWh, es decir un 7.80% adicional de reducción en el consumo específico, ampliando así el alcance de la estrategia provisional de eficiencia energética.

Sumado al 19.06% de reducción ya lograda mediante acciones de las prioridades 1 y 2, el indicador de consumo específico del alcance podría experimentar una reducción total del 26.86% con la implementación conjunta de las prioridades 1, 2 y 3.

El objetivo de reducción de la meta IVD-8 de 2027 (22.6%) sería entonces alcanzado.

3.4 Síntesis de los resultados esperados por las prioridades

Los resultados de ahorro energético que la implementación de las prioridades 1,2 y 3 permitiría lograr están indicados en la siguiente tabla. Los porcentajes corresponden al potencial de reducción sobre la totalidad del alcance regional definido al principio de este entregable.

	Prioridad 1	Prioridad 2	Prioridad 3
Número de instalaciones planteadas	9	8	15
Instalaciones principales	7 estaciones de ALINO • Hato del Yaque • Sabana Iglesia	• Monción	• Potrero • El Pino
Por prioridad	1,083,701 kWh 10.28%	926,273 kWh 8.78%	822,250 kWh 7.80%
Cúmulo	1,083,701 kWh 10.28%	2,009,974 kWh 19.06%	2,832,225 kWh 26.86%
Metas IVD 8	2025 5.30%	2026 18.00%	2027 22.60%
Costo de inversión	RD\$ 11,022,883 \$USD 193,724	RD\$ 32,232,736 \$USD 566,480	RD\$ 48,850,838 \$USD 858,538
Total	RD\$ 92,106,457 \$USD 1,618,743		
Periodo de implementación	2024 - 2025	2025-2026	2026-2027

Tabla 14. Síntesis del logro de reducción de consumo energético anticipado para las Prioridades 1, 2 y 3

Nota: los costos de inversión presentados en la tabla anterior son costos totales. Sin embargo, se debe considerar que:

- Parte de las inversiones de la prioridad 1 será cubierta por el fondo CIF del Proyecto de Asistencia Técnica del AFD para la Región Noroeste (monto de 70,651 € dedicados a la rehabilitación parcial de las 7 estaciones de bombeo del sistema ALINO).
- Buena parte de las inversiones de la prioridad 2 será cubierta con fondo propio del INAPA a través de un código SNIP para la rehabilitación de la estación de bombeo del acueducto de Monción.

3.5 Propuestas adicionales para la reducción de la factura

3.5.1 Estructura tarifaria del precio de electricidad

La tarifa de electricidad de Edenorte a la cual está sometida INAPA en la Región Noroeste tiene una estructura (similar a las otras empresas distribuidoras en el país) con 4 términos.

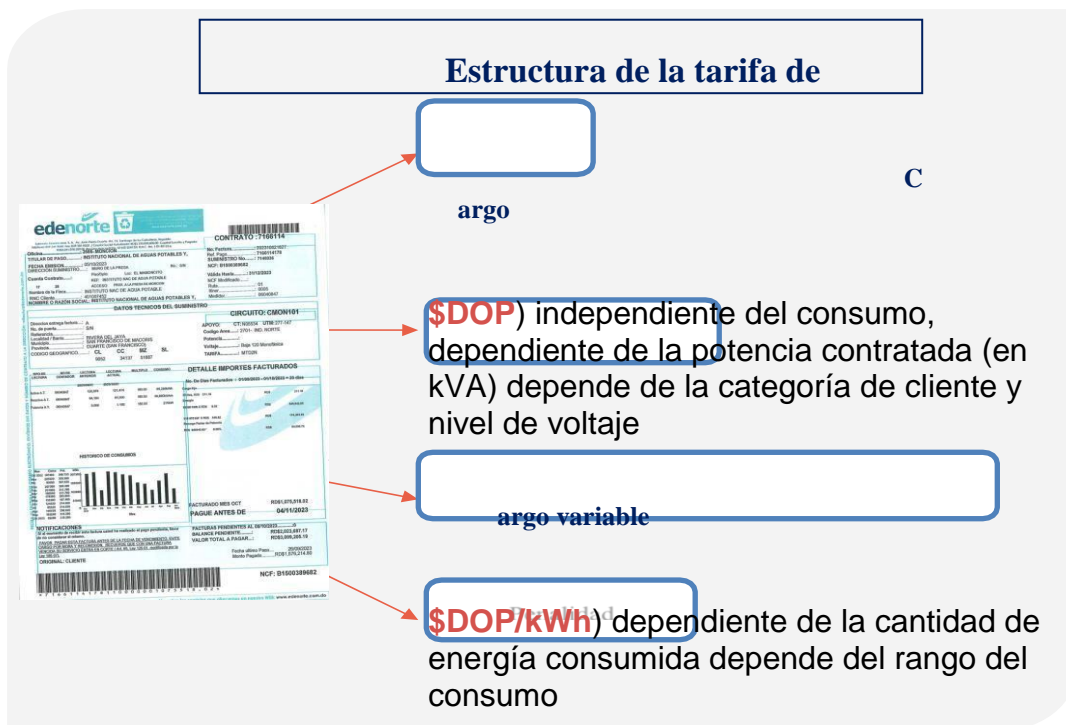


Figura 5. Estructura de la tarifa de electricidad

Hay que señalar que, en los contratos de electricidad propiciados por la empresa distribuidora de electricidad, **no existe variación de la tarifa según la época del año o la hora del día o de la noche**. Por consiguiente, la reducción de la factura de electricidad no se pueda obtener con una optimización horaria o diaria, por ejemplo.

Basándose en los datos de facturación de los que disponemos, se destaca el desglose de la factura global de electricidad , extrapolada a 12 meses:

Desglose de la factura electricidad global		
Término	Monto	Peso
Cargo Fijo	\$DOP 101,489	0.1%
Cargo variable	\$DOP 102,740,732	84.1%
Cargo por Demanda Máxima de Potencia	\$DOP 12,513,955	10.2%
Penalidad FP	\$DOP 6,872,965	5.6%
Total	\$DOP 122,229,141	

Tabla 15. Desglose de la factura de electricidad global

El término de “Cargo variable” o el consumo de energía activa es, de lejos, el que pesa más en la factura global, lógicamente, con 84.1%. Luego sigue el término de Cargo por Demanda Máxima de Potencia con casi 10%. Además, lo que resalta de este análisis, son los \$DOP 6.9M que son pagados como penalidad vinculada a un factor de potencia degradado (es decir, cuando el factor de potencia es inferior a 0.9).

3.5.2 Instalación de bancos de capacitores

Aunque la presente estrategia provisional de eficiencia energética trata de consumo energético, los kWh, se propone actuar también en la factura energética focalizándose en la penalidad vinculada al factor de potencia.

Esta penalidad concierne todas las instalaciones del alcance. La tabla siguiente presenta las 16 instalaciones que tienen un peso mínimo de 1% en el monto global de la penalidad vinculado al factor de potencia. Así, se consideran acciones para bajar la factura de electricidad de estas 16 instalaciones.

Los **bancos de capacitores** (o condensadores) son **dispositivos esenciales** en sistemas eléctricos **para mejorar el factor de potencia y la eficiencia energética**. Estos bancos ayudan a compensar la energía reactiva, reduciendo las pérdidas de energía en la red eléctrica y optimizando la distribución de la potencia. Al corregir el factor de potencia, se minimiza la carga en las instalaciones eléctricas, mejorando la calidad de la energía y reduciendo los costos asociados con las penalizaciones por baja eficiencia energética. Se anticipa que la instalación de bancos de capacitores en las 13 instalaciones con un monto de penalidad significativo bajase el consumo de energía reactiva, o sea aumentaron el factor de potencia encima de 0.9. Esta acción disminuirá el monto de penalidad pagado.

Tres niveles de exigencia están propuestos en la siguiente tabla y que se caracterizan por:

- Horizonte 2025
- Horizonte 2026
- Horizonte 2027

Los resultados esperados están indicados en la siguiente tabla.

Proyecto de Modernización del Sector Agua – INAPA
Estrategia provisional de eficiencia energética de la Región Noroeste para el INAPA

S. no	CONTRATO	CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	REALIDAD SUMINISTRO	CONSUMO (kWh)	CONSUMO (\$DOP)	ENERGÍA REACTIVA (kVArh)	FP Promedio	MONTO PENALIDAD FP (\$DOP)	MONTO PENALIDAD FP Remanente (\$DOP)	Peso en el total	CCFP
						SUMA	SUMA	SUMA		SUMA	SUMA		
36	6005157	6005157	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO - BOMBEO	1,814,400 kWh	RD\$ 17,273,088	1,221,055 KVarh	0.82	RD\$1,219,491	RD\$5,191,675	19.0%	0.81
19	7166114	7166114	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO AC. MONCION	1,858,778 kWh	RD\$ 17,695,568	1,178,967 KVarh	0.84	RD\$989,090	RD\$4,202,585	15.4%	0.66
30	6005179	6005179	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLEROS	AC. HATO DEL YAQUE	1,154,618 kWh	RD\$ 10,991,965	807,055 KVarh	0.81	RD\$900,730	RD\$3,301,855	14.0%	0.52
31	6005279	6005279	SANTIAGO LOS CABALLEROS	BAITOA	AC. BAITOA-(ESTACION DE BOMBEO PRESA DE TAVERAS)	684,393 kWh	RD\$ 6,768,644	479,651 KVarh	0.82	RD\$551,745	RD\$2,750,109	8.6%	0.43
14	7165008	7165008	VALVERDE	LA SABANA	Ac. Potrero	1,116,123 kWh	RD\$ 10,625,494	679,574 KVarh	0.85	RD\$511,853	RD\$2,238,257	8.0%	0.35
15	7165009	7165009	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO EL PINO (Dajabón)- AC. EL PINO (Ac. Villa Los Almacigos)	570,458 kWh	RD\$ 5,641,831	377,695 KVarh	0.83	RD\$378,158	RD\$1,860,099	5.9%	0.29
6	6485927	6485927	DAJABON	PARTIDO	ESTACION DE BOMBEO (AGUA DE LUIS)	460,512 kWh	RD\$ 4,554,464	354,098 KVarh	0.81	RD\$328,522	RD\$1,531,577	5.1%	0.24
1	6005193	6005193	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	PLANTA DE TRATAMIENTO AC. NAVARRETE	449,542 kWh	RD\$ 4,445,969	302,138 KVarh	0.83	RD\$318,222	RD\$1,213,355	5.0%	0.19
22	7175973	7175973	VALVERDE	MAO	AC. LINEA NOROESTE (ETA) PLANTA DE TRATAMIENTO	366,415 kWh	RD\$ 3,623,840	260,116 KVarh	0.81	RD\$301,805	RD\$911,549	4.7%	0.14
34	8450670	8450670	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	ESTACION DE RELEVO GUAYACANAL, AC. VILLA BAO (NUEVO)	100,931 kWh	RD\$ 998,207	103,353 KVarh	0.69	RD\$199,868	RD\$711,682	3.1%	0.11
32	6005182	6005182	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLERO	AC. MULTIPLE LA CANELA-(AC. LOS ALMACIGOS)	80,902 kWh	RD\$ 800,119	83,782 KVarh	0.69	RD\$164,555	RD\$547,126	2.6%	0.09
33	6005088	6005088	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	RELEVO VILLA BAO, AC. HATO DEL YAQUE	358,756 kWh	RD\$ 3,548,100	213,840 KVarh	0.85	RD\$147,051	RD\$400,075	2.3%	0.06
10	6769926	6769926	DAJABON	DAJABON	CARCAMO DE BOMBEO AC. DAJABON (NUEVO)	83,160 kWh	RD\$ 817,463	74,040 KVarh	0.49	RD\$122,619	RD\$277,456	1.9%	0.04
2	6110367	6110367	DAJABON	VILLA VASQUEZ	ESTACION DE BOMBEO EB-4	94,320 kWh	RD\$ 932,825	73,440 KVarh	0.78	RD\$104,723	RD\$172,733	1.6%	0.03
20	7166235	7166235	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO, AC. ARROYO BLANCO EL GUANAL	123,982 kWh	RD\$ 1,226,180	86,655 KVarh	0.81	RD\$97,071	RD\$75,662	1.5%	0.01
39	6005159	6005159	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	RELEVO PALO AMARILLO	135,535 kWh	RD\$ 1,340,437	86,225 KVarh	0.84	RD\$75,662	RD\$0	1.2%	0.00
Total	Total					RD\$ 9,452,824	RD\$ 91,284,193	6,381,684 KVarh		RD\$ 6,411,166		100%	

Tabla 16. Resultados del potencial de ahorro de penalidad sobre el factor de potencia con instalación de bancos de capacitores

Proyecto de Modernización del Sector Agua – INAPA
Estrategia provisional de eficiencia energética de la Región Noroeste para el INAPA

S. no	CONTRATO	CONTRATO	PROVINCIA	MUNICIPIO	REALIDAD SUMINISTRO	FP Promedio	MONTO PENALIDAD FP (\$DOP)		Peso en el total	CCFP	Horizonte 2025			Horizonte 2026			Horizonte 2027		
							SUMA	Remanente (\$DOP)			Reducción Penalidad por Factor de Potencia	Inversion (\$DOP)	Tiempo de retorno	Reducción Penalidad por Factor de Potencia	Inversion (\$DOP)	Tiempo de retorno	Reducción Penalidad por Factor de Potencia	Inversion (\$DOP)	Tiempo de retorno
36	6005157	6005157	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	AC. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO - BOMBEO	0.82	RD\$1,219,491	RD\$5,191,675	19.0%	0.81	1,219,491	753,391	0.6						
19	7166114	7166114	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO AC. MONCION	0.84	RD\$989,090	RD\$4,202,585	15.4%	0.66	989,090	727,423	0.7						
30	6005179	6005179	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLEROS	AC. HATO DEL YAQUE	0.81	RD\$900,730	RD\$3,301,855	14.0%	0.52	900,730	497,953	0.6						
31	6005279	6005279	SANTIAGO LOS CABALLEROS	BAITOA	AC. BAITOA (ESTACION DE BOMBEO PRESA DE TAVERAS)	0.82	RD\$551,745	RD\$2,750,109	8.6%	0.43	551,745	295,945	0.5						
14	7165008	7165008	VALVERDE	LA SABANA	Ac. Potrero	0.85	RD\$511,853	RD\$2,238,257	8.0%	0.35				511,853	419,297	0.8			
15	7165009	7165009	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO EL PINO (Dajabón) - AC. EL PINO (Ac. Villa Los Almacigos)	0.83	RD\$378,158	RD\$1,860,099	5.9%	0.29				378,158	233,038	0.6			
6	6485927	6485927	DAJABON	PARTIDO	ESTACION DE BOMBEO (AGUA DE LUIS)	0.81	RD\$328,522	RD\$1,531,577	5.1%	0.24				328,522	218,478	0.7			
1	6005193	6005193	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	PLANTA DE TRATAMIENTO AC. NAVARRETE	0.83	RD\$318,222	RD\$1,213,355	5.0%	0.19				318,222	279,629	0.9			
22	7175973	7175973	VALVERDE	MAO	AC. LINEA NOROESTE (ETA) PLANTA DE TRATAMIENTO	0.81	RD\$301,805	RD\$911,549	4.7%	0.14				301,805	240,738	0.8			
34	8450670	8450670	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	ESTACION DE RELEVO CUAYACANAL - AC. VILLA BAO (NUEVO)	0.69	RD\$199,868	RD\$711,682	3.1%	0.11				199,868	95,653	0.5			
32	6005182	6005182	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLEROS	AC. MULTIPLE LA CAÑELA - AC. LOS ALMACIGOS	0.69	RD\$164,555	RD\$547,126	2.6%	0.09							164,555	77,540	0.5
33	6005088	6005088	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	RELEVO VILLA BAO, AC. HATO DEL YAQUE	0.85	RD\$147,051	RD\$400,075	2.3%	0.06							147,051	197,909	1.3
10	6769926	6769926	DAJABON	DAJABON	CARCAMO DE BOMBEO AC. DAJABON (NUEVO)	0.49	RD\$122,619	RD\$277,456	1.9%	0.04							122,619	68,524	0.6
2	6110367	6110367	DAJABON	VILLA VASQUEZ	ESTACION DE BOMBEO EB4	0.78	RD\$104,723	RD\$172,733	1.6%	0.03							104,723	67,969	0.6
20	7166235	7166235	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO, AC. ARROYO BLANCO EL GUANAL	0.81	RD\$97,071	RD\$75,662	1.5%	0.01							97,071	80,199	0.8
39	6005159	6005159	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	RELEVO PALO AMARILLO	0.84	RD\$75,662	RD\$0	1.2%	0.00									
Total	Total	Total					RD\$ 6,411,166		100%		RD\$ 3,661,057	RD\$ 2,274,711		RD\$ 2,038,428	RD\$ 1,486,833		RD\$ 636,020	RD\$ 492,141	

Tabla 17. Resultados de ahorro de penalidad sobre el factor de potencia con instalación de bancos de capacitores tras los horizontes de 2025, 2026 y 2027. Al ordenar los sitios según la reducción de penalidad en orden descendente, se identifica claramente cómo el Coeficiente de Corrección del Factor de Potencia (CCFP) puede mejorarse gradualmente mediante la implementación de bancos de capacitores. Esta estrategia permite clasificar las acciones en grupos prioritarios, estableciendo objetivos específicos para diferentes horizontes temporales:

- ✓ Horizonte 2025: Se busca alcanzar un CCFP de 0.42 mediante la instalación de bancos de capacitores en los sitios más críticos.
- ✓ Horizonte 2026: El objetivo es lograr un CCFP de 0.1, continuando con la implementación de capacitores en sitios adicionales.
- ✓ Horizonte 2027: Se pretende mantener el CCFP en 0.1, asegurando el funcionamiento óptimo de los bancos de capacitores instalados.

Este enfoque escalonado facilita una implementación sistemática de los bancos de capacitores, permitiendo un seguimiento efectivo del progreso en la corrección del factor de potencia. La instalación gradual de capacitores contribuirá a reducir las penalidades por factor de potencia degradado, mejorando la eficiencia energética y optimizando los costos operativos del sistema eléctrico a lo largo del tiempo.

3.6 Síntesis de las inversiones estimadas

Síntesis de los inversiones estimadas para bajar el consumo específico		
	DOP	USD
Prioridad 1 (2024-2025)	11,022,883	193,724
Prioridad 2 (2025-2026)	32,232,736	566,480
Prioridad 3 (2026-2027)	48,850,838	858,538
Total P1, P2, P3	92,106,457	1,618,743

Tabla 18. *Síntesis de las inversiones estimadas para bajar el consumo específico*

Adicionalmente a eso, se consideran, en la siguiente tabla, las inversiones para la implementación de bancos de capacitores con objetivo de reducir el factor de potencia y el monto de penalidad asociado.

Síntesis de los inversiones estimadas para bajar la penalidad vinculada a un factor de potencia degradado		
	DOP	USD
Horizonte 2025	2,274,711	39,977
Horizonte 2026	1,486,833	26,131
Horizonte 2027	492,141	8,649

Tabla 19. *Síntesis de las inversiones estimadas para bajar la penalidad vinculada a un factor de potencia degradado*

Se debe mencionar también que el reemplazo de equipos de bombeo puede resultar en una reducción de la penalidad por factor de potencia debido al menor consumo de energía activa, pues la penalidad es un porcentaje del valor facturado por energía activa, que se reducirá por el mejor rendimiento.

3.7 Instalación de variadores de frecuencia y arrancadores suaves

Los variadores de frecuencia para bombas representan una tecnología interesante en el ámbito de la eficiencia energética y el control preciso de sistemas hidráulicos. Estos dispositivos permiten regular la velocidad de funcionamiento de las bombas de agua, ajustando la frecuencia eléctrica suministrada al motor. Esta capacidad de variar la velocidad de la bomba de acuerdo con las demandas específicas de carga resulta en un ahorro significativo de energía al evitar el funcionamiento a velocidades fijas innecesarias. Sin embargo, las estaciones de bombeo que fueron diagnosticadas bombean agua de un cárcamo y envían agua hasta tanques y funcionan en on-off. Por consiguiente, el interés de la instalación de un variador de frecuencia está limitado. Con un análisis cualitativo, estos variadores representan costos (inversión y operacionales) bastante importantes en comparación con los ahorros energéticos que permitirían obtener.

Para las otras estaciones de bombeo, no hay información suficiente para destacar la pertinencia de esta solución.

De otra manera, se recomienda realizar un análisis más profundo sobre la conveniencia de instalar arrancadores suaves, ya que estos podrían proteger los equipos de bombeo de esfuerzos mecánicos y sobrecargas eléctricas que podrían acelerar su deterioro. Este análisis formará parte de una estrategia definitiva, ya que la estrategia actual es provisional y requiere de mayor evaluación técnica.

Proteger a los equipos de bombeo de esta manera puede extender los beneficios de la mejorada eficiencia energética (luego de las sustituciones) por un tiempo más prolongado que si no se los protege.

3.8 Energías renovables: Soluciones potenciales para la estrategia detallada a partir de 2027

Esta estrategia provisional de eficiencia energética no integra soluciones vinculadas a las energías renovables. De hecho, mientras que contribuyen a reducir de manera *contable* el consumo específico de las estaciones de bombeo, no tratan directamente de la eficiencia energética de la actividad principal: el bombeo de agua.

Sin embargo, el potencial de las energías renovables fue estudiado de manera cualitativa y eso ha identificado los siguientes frenos.

- El micro turbogenerador (o micro turbinas) de agua en red es una tecnología innovadora que aprovecha la energía hidrocínética presente en las redes de agua para generar electricidad de manera sostenible. Este dispositivo compacto se instala directamente en las tuberías de agua y utiliza la corriente del flujo para poner en marcha una pequeña turbina, convirtiendo así la energía cinética del agua en energía eléctrica utilizable. Por supuesto, este sistema debe utilizar un flujo gravitatorio para que no tenga un efecto opuesto al bombeo. No obstante, las informaciones relativas a la parte gravitatoria de las redes de distribución no son suficientes o los flujos gravitatorios que abastecen a los usuarios son demasiado pequeños, es decir debajo del umbral económico. Por consecuencia, no hemos retenido esta posibilidad.
- Los paneles solares se pueden instalar en los espacios disponibles de los terrenos bajo la propiedad del INAPA. Después de un análisis cualitativo, se destacan tres frenos principales:
 - ✓ La producción de electricidad de origen solar en un lugar y el consumo del mismo en otro, debe ser evaluado en el marco de un estudio de factibilidad, lo que no forma parte de esta estrategia provisional.
 - ✓ Las instalaciones que tienen un consumo energético importante disponen de un terreno disponible bastante reducido.
 - ✓ Estas instalaciones necesitan un mantenimiento regular. Este tiempo sería tomado sobre una otra prioridad que, al corto plazo, está dedicada a la operación y mantenimiento de las estaciones de bombeo.

Durante la visita de noviembre de 2023, constatamos que los paneles solares que fueron instalados en la planta de tratamiento del Acueducto Santiago Rodríguez, no producen electricidad ya que están fuera de servicio: una avería de una parte del equipamiento no pudo ser reparada por los equipos de mantenimiento. Este ejemplo pone en evidencia que este tipo de instalaciones trae dificultades adicionales a los equipos que no forman parte de su habilidad histórica (la aducción y tratamiento de agua) o que exigiría contratar subcontratistas para el mantenimiento de estas instalaciones.

Naturalmente, se anticipa que estas soluciones de producción de electricidad con energías renovables se inscribirán a medio y largo plazo, y serán objeto de un estudio pormenorizado en la estrategia detallada de eficiencia energética de la Región Noroeste. Por el momento, con las limitaciones observadas en la gestión de los activos institucionales, y dado las acciones más inmediatas y evidentes que fueron identificadas para atender la mejora de eficiencia, no son consideradas prioritarias en esta estrategia provisional.

3.9 Estructuración y Metodología de Seguimiento del Consumo específico

La norma ISO 50001 relativa a un Sistema de Gestión Energética provee una estructura que beneficiaría a seguir. Fue presentada durante la capacitación del 9 y 10 de noviembre de 2023. Sigue el ciclo PDCA *Plan Do Check Act* (en inglés) o Planificar-Hacer-Verificar-Actuar en su versión española. Aunque la implementación de un SGE en conformidad con la norma ISO 50001 es temprana con respecto a la madurez del sistema de gestión energética, la metodología que propone debe servir de base.

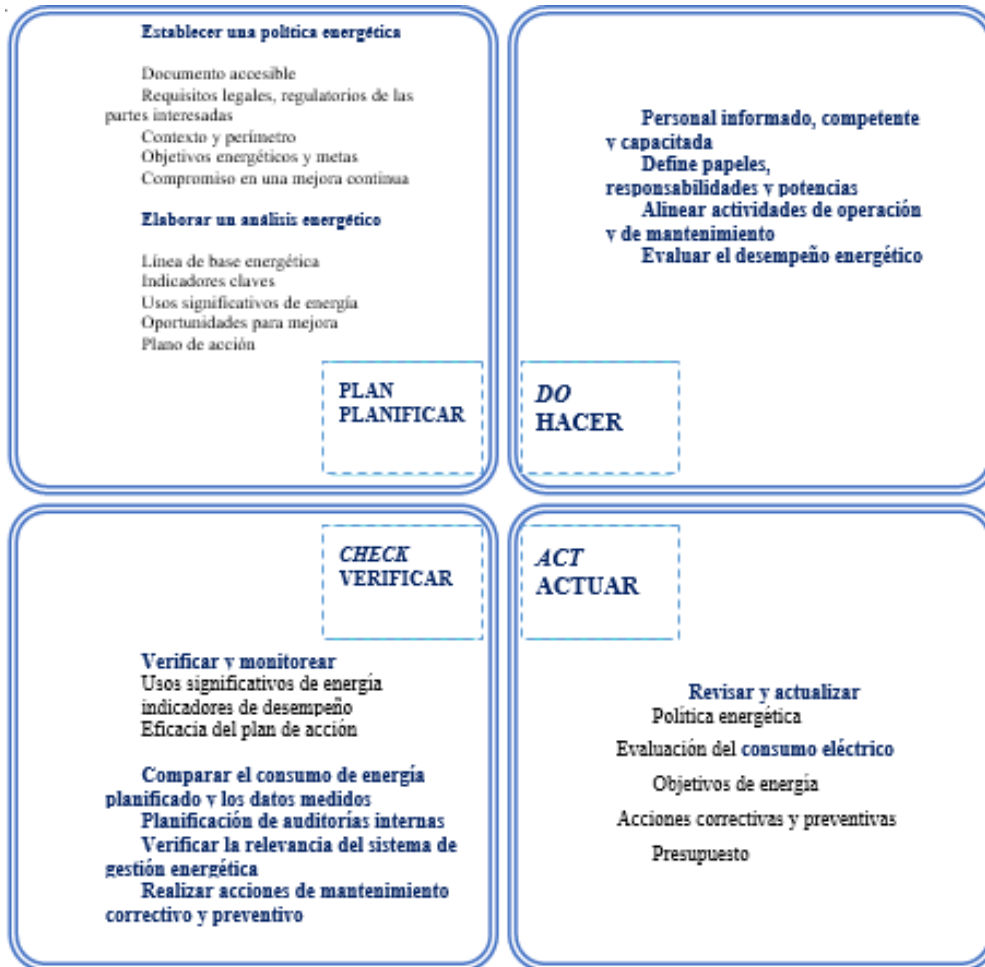


Figura. Ciclo PHVA para la estructuración de un sistema de gestión energética

La implementación de un **sistema de reporting** en el marco de la gestión de la energía se vuelve esencial para respaldar el proceso de renovación de instalaciones propuesto en esta estrategia. Este enfoque estructurado permite recoger datos detallados sobre el consumo energético y las condiciones operacionales de los equipos, facilitando así la identificación de áreas específicas que requieren mejoras.

Al organizar informes periódicos, la Dirección electromecánica puede monitorear de cerca el rendimiento de las operaciones de bombeo, lo que resulta crucial para respaldar el proceso de renovación planificado. La información recopilada brinda una visión integral de la eficiencia energética, permitiendo la toma de decisiones informadas y estratégicas. Además, esta práctica facilita la implementación de medidas correctivas contribuyendo así a la modernización y sostenibilidad de las instalaciones.

La organización de un sistema de reporting es un aliado fundamental para maximizar la eficiencia y soportar la estrategia provisional de eficiencia energética y la futura estrategia detallada después de 2027.

Como lo vimos anteriormente, es esencial conocer los datos de consumo energético y de volumen de agua enviada para deshacer indicadores claves. Hoy, una dificultad mayor es que no se conoce con fiabilidad el volumen de agua bombeada por cada equipo y estación, y por consecuencia, el total tampoco. Actualmente esta cantidad no se mide.

La institución dispone de elementos importantes que son los datos detallados de consumo eléctrico de cada instalación medidos por los contadores de la empresa distribuidora de electricidad (Edenorte en el caso de la región Noroeste). A corto y medio plazo, el INAPA puede evitar costos de adquisición de contadores de energía para las estaciones, apoyándose en los datos de facturación. Por supuesto, hay que ser vigilante y tomar en cuenta el riesgo de fiabilidad (desviaciones, errores, averías, etc.) de estos contadores ya que la empresa distribuidora de electricidad es responsable de la calibración de estos instrumentos.

Lo **prioritario es desarrollar e implementar un sistema de reporting** que debe:

- Permitir la realización de **análisis** detallados para identificar tendencias, patrones y áreas de mejora potencial
- Ser **confiable**: la integridad y precisión de los datos son fundamentales para la toma de decisiones informada. El sistema debe garantizar la fiabilidad de la información presentada
- Incluir mecanismos para recopilar comentarios, lo que contribuirá a la **mejora continua** del sistema y su alineación con los objetivos organizativos
- Ser **accesible** para todas las partes interesadas relevantes dentro de la organización, desde gerentes hasta personal operativo
- Proporcionar información **clara y comprensible** sobre el consumo de energía y el rendimiento de las instalaciones de bombeo

3.10 Materiales y Equipos

Se observó una falta de equipos necesarios para auditar a los equipos electromecánicos, y en prioridad las bombas. Por cuanto se necesitará adquirir instrumentos de medición en cantidad suficiente para que estén disponibles para efectuar las auditorías técnicas regulares del conjunto de los equipos de todas las instalaciones que operamos.

Los instrumentos sugeridos son:

- ✓ **Medidores de caudal de agua ultrasónico**. Sirven para conocer el caudal del agua de salida enviada por una bomba en una tubería.

- ✓ **Medidores de espesor.** Este instrumento es esencial para destacar un valor preciso del caudal medido por el caudalímetro ultrasónico.
- ✓ **Manómetros** para medir la presión en una tubería.
- ✓ **Multímetros o analizadores de potencia.** Se utilizan para hacer mediciones eléctricas que son necesarias para conocer el consumo de energía eléctrica.
 - El multímetro es más barato, permite la medición de fase singular. Cálculos posteriores deben ser realizados para obtener la potencia llamada y la energía consumida por el motor de la bomba.
 - El analizador de potencia puede realizar cálculos automáticos, mediciones trifásicas, registra datos, mediciones en el tiempo, pero es más caro que el multímetro (cuatro o cinco veces más)

Un balance de los instrumentos portátiles de medición a adquirir con las cantidades sugeridas está presentado a continuación.

Instrumentos	Cantidad (€)	Costo unitario (€)	Costo total (€)	Costo total (\$DOP)
Medidores de caudal de agua ultrasónico	2	5,000	10000	617,000
Medidores de espesor	2	500	1000	61,700
Manómetros + grabador	2	1,400	2800	172,760
Analizadores de potencia	2	3,500	7000	431,900
		Total	20,800	1,283,360

Estos equipamientos deberían integrarse a la lista en preparación para la licitación destinada a “Equipar las brigadas EEMM” bajo financiamiento UE/AFD (estimación del plan de inversión de 90,450€).

4. Próximas etapas y condiciones de éxito

La estrategia provisional de eficiencia energética propuesta **está alineada** con el escalonamiento de las metas del Programa de modernización para los años 2025, 2026 y 2027. Naturalmente, el éxito de esta estrategia está condicionado por varios factores que deben ser implementados conjuntamente.

Primero, es necesario que la **línea de base de consumo específico** sea confirmada por una auditoría técnica con mediciones eléctricas e hidráulicas. En particular, el indicador IVD-8 tiene que ser evaluado con precisión cuando los datos de volúmenes de agua bombean por cada instalación serán medidos y sacados anualmente. Esto pasa por equipar las infraestructuras con instrumentos de medición permanentes también.

Segundo, una **reorganización de los equipos** encargados de los activos electromecánicos, y en particular la asignación de un equipo EEM de la sede central dedicada a la Región Noroeste, parece indispensable para asegurar un mantenimiento preventivo y correctivo eficiente,

equilibrar las competencias, compartir buenas prácticas entre los diferentes sitios. Para esto es necesario, que la Dirección central de EEM sea reforzado con un apoyo externo para dotarse de un equipo adecuado, así como de procedimientos y herramientas necesarias.

Tercero, el sistema actual de **seguimiento del desempeño energético** debe ser fortalecido de manera que las informaciones se comuniquen fluidamente desde los sitios operacionales hasta la sede central para la recopilación de datos y el análisis detallado continuo.

De este modo, las fases futuras consisten en la **realización de una auditoría detallada de todas las instalaciones** consumidoras de electricidad del alcance regional (o al menos los sistemas de uso energético significativos) en el año 2024 para actualizar la línea de base, preferiblemente por orden de prioridad. Conjuntamente, se organizará la adquisición y el reemplazo de los equipos con gran prioridad.

Las próximas etapas incluyen la **elaboración de un expediente de licitación para la estrategia detallada de eficiencia energética** de la Región Noroeste que debe proporcionar una hoja de ruta para lo que sigue a partir de 2027.

5. Apéndices

Proyecto de Modernización del Sector Agua – INAPA
Estrategia provisional de eficiencia energética de la Región Noroeste para el INAPA

5.1 ANEXO 1: Alcance Regional para la Estrategia Provisional

S. no	CONTRATO	TARIFA	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	Tipo de edificio	Diagnóstico hecho (Si/No)
1	5159453	BTD	SANTIAGO LOS CABALLEROS	Baitoa	OFICINA COMERCIAL Y OPERACIONES	Oficina	No
2	6005150	MTD1	SANTIAGO LOS CABALLEROS	Los Frailes	RELEVO SECTOR LOS FRAILES	Bombeo	No
3	8340157	MTD1	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	LOS TANQUE DE INAPA	Bombeo	No
4	6000355	BTS2	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	OFICINA COMERCIAL SABANA IGLESIA	Oficina	No
5	6713333	MTD1	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	OFICINA COMERCIAL DE NAVARRETE	Oficina	No
6	6981360	MTD1	SANTIAGO LOS CABALLEROS	Baitoa	OFICINA COMERCIAL BAITOA	Oficina	No
7	7245753	BTD	SANTIAGO LOS CABALLEROS	Arroyo Gurabo	ILUMINACION FASE #1 PROYECTO ARROYO GURABO	Bombeo	No
8	7087698	BTS2	VALVERDE	Boca de Mao	OFICINA COMERCIAL	Oficina	No
9	7162719	BTS2	VALVERDE	Esperanza	DEPÓSITO REGULADOR	Bombeo	No
10	6762390	BTS2	VALVERDE	Esperanza	OFICINA COMERCIAL DE ESPERANZA	Oficina	No
11	6844807	BTS2	VALVERDE	Jaibón	OFICINA COMERCIAL JAIBÓN	Oficina	No
12	7242437	BTS2	VALVERDE	Jicome	la oficina comercial del D. M. de Jicome	Oficina	No
13	7165011	BTD	SANTIAGO RODRIGUEZ	SAN IGNACIO DE SABANETA	AC. DE RODEO	Bombeo	No
14	8621283	BTS2	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	OFICINA COMERCIAL	Oficina	No
15	8906626	BTS2	SANTIAGO RODRIGUEZ	SAN IGNACIO DE SABANETA		Bombeo	No
16	8571239	BTS2	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	OFICINA COMERCIAL VILLA LOS ALMACIGOS	Oficina	No
17	6614423	BTS2	SANTIAGO RODRIGUEZ	SAN IGNACIO DE SABANETA	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE AC. SANTIAGO RODRIGUEZ	Bombeo	No
18	6984651	MTD1	SANTIAGO RODRIGUEZ	SAN IGNACIO DE SABANETA	AC. COMUNITARIO MIVIVENDAD	Bombeo	No
19	7420324	BTS2	SANTIAGO RODRIGUEZ	SAN IGNACIO DE SABANETA	AC. COMUNITARIO MONTAZOEL CERCADILLO	Bombeo	No
20	7164026	BTS2	MONTECRISTI	LAGUNA SALADA	OFICINA DE SUPERVISION DE PROYECTO MONTECRISTI	Oficina	No
21	7099867	BTS2	MONTECRISTI	LAGUNA SALADA	ESTACION DE BOMBEO	Bombeo	No
22	8888787	BTS2	MONTECRISTI	LAGUNA SALADA	ESTACION LAGUNA SALADA	Bombeo	No
23	6360854	BTS2	MONTECRISTI	LAGUNA SALADA	OFICINA COMERCIAL	Oficina	No
24	7165015	MTD1	MONTECRISTI	La gata	PLANTA DE TRATAMIENTO LA GATA	Bombeo	No
25	7163973	BTS2	MONTECRISTI	Botoncillo	OFICINA OPERACIONES DE BOTONCILLO	Oficina	No
26	6426809	BTS2	MONTECRISTI	Botoncillo	ESTACION DE BOMBEO	Bombeo	No
27	6784234	BTS2	MONTECRISTI	ANDA	OFICINA COMERCIAL	Oficina	No
28	7284227	MTD1	MONTECRISTI	ANDA	ESTACION DE BOMBEO DEL AC. ANDA	Bombeo	No
29	7310403	BTS2	MONTECRISTI	ANDA	ESTACION DE BOMBEO DEL AC. ANDA	Bombeo	No
30	7077546	BTS2	DAJABON	Corral Grande	PLANTA DE TRAT. CORRAL GRANDE	Bombeo	No
31	7174378	BTS2	DAJABON	Corral Grande	OFICINA COMERCIAL	Oficina	No
32	8904117	BTS2	DAJABON	Corral Grande	ESTACION DE BOMBEO	Bombeo	No
33	6371284	BTS2	DAJABON	Corral Grande	OFICINA COMERCIAL	Oficina	No
34	8567493	BTS2	DAJABON	RESTAURACION	ESTACION DE BOMBEO RESTAURACION (BOMBA DE INAPA)	Bombeo	No
35		MTD1	DAJABON	Milagro	BOMBA DE AGUA	Bombeo	No
36	6498351	BTS2	DAJABON	Milagro	PLAZA MILAGRO	Bombeo	No
37	6856428	BTD	DAJABON	El pino	OFICINA COMERCIAL	Oficina	No
38	6598962	MTD1	DAJABON	El pino	Estacion de Bombeo no. 2 A Acueducto El Pino	Bombeo	No
39	7129701	MTD1	MONTECRISTI	Los limones	Estacion de Bombeo no. 2 A Acueducto Los Limones (Los Algodones)	Bombeo	No
40	7150747	MTD1	MONTECRISTI	Los limones	Pozo Acueducto Los Limones	Bombeo	No
41	7165019	MTD1	MONTECRISTI	Samba	Pozo Acueducto Samba	Bombeo	No
42	7165023	MTD1	MONTECRISTI	Los limones	Acueducto Los Limones	Bombeo	No
43	8532231	MTD1	SANTIAGO RODRIGUEZ	Samba	Estacion de Bombeo Acueducto Samba	Bombeo	No
44	6041074	MTD1	DAJABON	Vaca Gorda	Estacion de Bombeo no. 2 Acueducto Vaca Gorda	Bombeo	No
45	6110367	MTD1	DAJABON	VILLA VASQUEZ	ESTACION DE BOMBEO EB-4	Bombeo	No

Proyecto de Modernización del Sector Agua – INAPA
Estrategia provisional de eficiencia energética de la Región Noroeste para el INAPA

S. no	CONTRATO	TARIFA	PROVINCIA	MUNICIPIO	Nombre instalación	Tipo de edificio	Diagnóstico hecho (Si/No)
46	6259453	MTD1	DAJABON	DAJABON	PLANTA DE TRATAMIENTO	Planta de tratamiento	No
47	6485927	MTD1	DAJABON	PARTDO	ESTACION DE BOMBEO (A.GUA DE LUIS)	Bombeo	Si
48	6769926	BTD	DAJABON	DAJABON	CARCAMO DE BOMBEO A.C. DAJABON (NUEVO)	Bombeo	No
49	7165020	MTD1	DAJABON	PARTDO	BOMBEO DE VACA GORDA	Bombeo	No
50	8449731	MTD1	DAJABON	LOMA DE CABRERA	OFICINA COMERCIAL	Oficina	N/A
51	6330900	MTD1	DAJABON	PARTDO	OFICINA COMERCIAL	Oficina	NA
52	7158502	BTD	DAJABON	RESTAURACION	S.E.T. DE BOMBEO MARIANO CESTERO - (PLANTA DE TRATAMIENTO)	Bombeo	No
53	6645997	MTD1	MONTECRISTI	Villa Vasquez	EB-3 ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES	Bombeo	No
54	7165014	MTD1	MONTECRISTI	MONTECRISTI	PLANTA DE AGUAS RESIDUALES MONTECRISTI	Planta de aguas residuales	No
55	7220397	MTD2	MONTECRISTI	MONTECRISTI	ESTACION DE BOMBEO JAQUI	Bombeo	Si
56	7224281	MTD2	MONTECRISTI	GUAYUBIN	Sistema de Bombeo del Ac. Los Limones	Bombeo	Si
57	6551028	MTD1	MONTECRISTI	ARROYO CAÑA	ESTACION DE BOMBEO A.C. ARROYO CAÑA	Bombeo	Si
58	6250030	MTD1	MONTECRISTI	PARTDO	OFICINA DE OPERACIONES DE INAPA	Oficina	NA
59	8868169	MTD2	MONTECRISTI	MONTECRISTI	PLANTA DE TRATAMIENTO	Planta de tratamiento	No
60	8942776	MTD1	MONTECRISTI	MONTECRISTI	ESTACION DE BOMBEO	Bombeo	No
61	6645991	MTD1	MONTECRISTI	Villa Vasquez	EB-2 ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES	Bombeo	No
62	6005193	MTD1	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	PLANTA DE TRATAMIENTO A.C. NAVARRETE	Planta de tratamiento	No
63	8129122	BTD	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	RELEVO LA ATRAVESA DA, A.C. NAVARRETE, (BOOSTER DEL SECTOR II)	Bombeo	No
64	8548590	BTD	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	RELEVO BARRERO, SECTOR PONTON (ESTACION 5 NAVARRETE)	Bombeo	No
65	6005179	MTD2	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLEROS	A.C. HATO DEL YAQUE	Bombeo	No
66	6005279	MTD2	SANTIAGO LOS CABALLEROS	BAITOA	A.C. BAITOA - (ESTACION DE BOMBEO PRESA DE TAVERAS)	Bombeo	No
67	6005182	MTD2	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SANTIAGO DE LOS CABALLEROS	A.C. MULTIPLE LA CANELA - (A.C. LOS ALMACIGOS)	Bombeo	No
68	6005088	MTD2	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	RELEVO VILLA BAO, A.C. HATO DEL YAQUE	Bombeo	No
69	8450670	MTD2	SANTIAGO LOS CABALLEROS	HATO DEL YAQUE	ESTACION DE RELEVO GUA YA CANAL, A.C. VILLA BAO (NUEVO)	Bombeo	No
70	6005157	MTD2	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	A.C. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO - BOMBEO	Bombeo	No
71	5235920	MTD2	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	A.C. SABANA IGLESIA PLANTA DE TRATAMIENTO	Planta de tratamiento	No
72	6000189	MTD2	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	RELEVO SABANA IGLESIA EXTENSION A LOS RANCHOS (ESTACION DE BOMBEO)	Bombeo	No
73	6005159	MTD2	SANTIAGO LOS CABALLEROS	SABANA IGLESIA	RELEVO PALO AMARILLO	Bombeo	No
74	8103825	BTD	SANTIAGO LOS CABALLEROS	NAVARRETE	A.C. NAVARRETE - RELEVO LA ATRAVESA DA / (ESTACION DE BOMBEO SECTOR 3 AMPLIACION) ESTACION DE BOMBEO EL PINO (Dejebón) A.C. EL PINO (Ac. Villa Los Almacigos)	Bombeo	No
75	7165009	MTD1	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO LOS TOMINES - (TANQUE DE INAPA)	Bombeo	No
76	7165010	MTD1	SANTIAGO RODRIGUEZ	SAN IGNACIO DE SABANETA	ESTACION DE BOMBEO A.C. MONCION	Bombeo	No
77	7166114	MTD2	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO A.C. MONCION	Bombeo	No
78	7166235	MTD1	SANTIAGO RODRIGUEZ	VILLA LOS ALMACIGOS	ESTACION DE BOMBEO, A.C. ARROYO BLANCO EL GUANAL	Bombeo	No
79	6498348	MTD1	VALVERDE	LAGUNA SALADA	A.C. LA CAYA	Bombeo	Si
80	6563966	MTD1	VALVERDE	LAGUNA SALADA	ESTACION DE BOMBEO NO. 1, A.C. LOMA DE GUAYACANES	Bombeo	Si
81	6563970	MTD1	VALVERDE	LAGUNA SALADA	ESTACION DE BOMBEO NO. 2, A.C. LOMA DE GUAYACANES	Bombeo	Si
82	7165008	MTD2	VALVERDE	LA SABANA	A.c. Potrero	Bombeo	No
83	7175973	MTD1	VALVERDE	MARCO	A.C. LINEA NOROESTE (ETA) PLANTA DE TRATAMIENTO	Planta de tratamiento	No
84	7175211	BTD	VALVERDE	LAGUNA SALADA	CAMPAMENTO OPERACIONES	Campamento operaciones	NA
85	8890515	BTS2	DAJABON	CARR. CAÑONGO	ESTACION DE BOMBEO, CAÑONGO	Bombeo	No

Esta estrategia fue:

Revisada por:



Ing. María Jiménez Meléndez
Encargada División Equipos



Verificada Por:



Ing. Luis Ovidio Nivar
Encargado de Depto. de Mantenimiento



Aprobada Por:



Ing. Juan Carlos Ortiz Rosario
Director de Electromecánica

