

olade

ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA | LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION | ORGANIZAÇÃO LATINO-AMERICANA DE ENERGIA | ORGANISATION LATINO-AMERICAIN D'ENERGIE



Ministerio de
**OBRAS PÚBLICAS
Y COMUNICACIONES**
Vice Ministerio de
MINAS Y ENERGÍA



**INFORME FINAL
(versión ajustada)
DIAGNÓSTICO DEL
CONSUMO DE
ENERGÍA Y BIOMASA EN
EL SECTOR INDUSTRIAL Y
APOYO A LA
COORDINACIÓN DEL
BALANCE DE ENERGÍA
ÚTIL**

**Noviembre 2022
(actualizado Junio
2023)**





**DIAGNÓSTICO SOBRE EL CONSUMO DE
BIOMASA Y LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DEL
SECTOR INDUSTRIAL,**

Y,

**DIAGNÓSTICO SOBRE EL CONSUMO
ENERGÉTICO Y LA PRODUCCIÓN EN LOS
INGENIOS AZUCAREROS Y EMPRESAS
PAPELERAS.**

INFORME FINAL

21 de noviembre de 2022
(actualizado 21 de junio de 2023).

Índice

Índice	3
Índice de Figuras	4
Acrónimos	6
I. Introducción	7
II. Objetivos	7
III. Antecedentes. El Balance de Energía Nacional.	7
IV. Diagnóstico sobre el Consumo de biomasa y la producción energética del Sector Industrial de Paraguay.	10
IV.1 Contexto General.	10
IV.2 Antecedentes del consumo de biomasa en el Sector Industrial.	11
IV.3 La producción de energía en el Sector Industria.	12
IV.4 Consumo Final del Sector Industria.	15
V. Producción de biomasa y biocombustibles en Azucareras, Alcohólicas y plantas de Biodiesel.	19
V.1 Producción de bagazo.	19
V.2 Destilerías de alcohol.	20
V.3 Plantas de biodiesel	20
VI. Diagnóstico sobre el consumo energético y producción de energía en azucareras.	20
VI.1 Consumo de energía final y útil por fuentes y usos en azucareras.	21
VI.2. Consumo de energía final por tipo de equipo y antigüedad.	25
VI.3. Autoproducción de electricidad.	27
VI.4 Eficiencia energética.	28
VII. Consumo de energía en el subsector Biocombustibles.	29
VII.1. Consumo de energía final y útil por fuentes y usos	29
VII.2. Consumo de energía final por tipo de equipo y antigüedad	34
VII.3. Autoproducción de electricidad.	35
VII.4 Eficiencia energética.	36
VIII. Conclusiones y recomendaciones	37
VI.1. Conclusiones	37
VI.2. Recomendaciones:	38
IX. Bibliografía	39
ANEXO 1 – Cuestionario	40
ANEXO 2 – Manual del Encuestador	51
ANEXO 3 - Reporte Energético.	72
ANEXO 4 - Rendimientos en el Sector Industria.	73

Índice de Figuras

Figura N° 1: Tabla de Subsectores de Industria por Actividades CIIU.....	8
Figura N° 2: Tabla de Subsectores de Industria por Actividades CIIU - Año 2021.	9
Figura N° 3: Destinos de la Oferta Primaria de Energía.	11
Figura N° 4: Balance Energético de Biomasa.	11
Figura N° 5: Cuantificación porcentual de los destinos de la Oferta Primaria de Energía. Año 2021.	12
Figura N° 6: Cuantificación porcentual de los destinos de la Oferta Primaria de Productos de la Biomasa. Año 2021	13
Figura N° 7: Consumo de alcohol combustible en el Sector Transporte.....	15
Figura N° 8: Consumo de energía final por fuentes y subsectores.....	16
Figura N° 9: Consumo de energía final por fuentes y subsectores.....	17
Figura N° 10: Tabla de consumo de energía final por fuentes y subsectores.....	17
Figura N° 11: Participación en el Sector Industrial de las fuentes en el consumo final (%).....	18
Figura N° 12: Consumo de energía final por fuentes y usos. Año 2021 (tep).....	18
Figura N° 13: Tabla de consumo final de residuos de biomasa por tipo y usos. Año 2021 (tep).....	18
Figura N° 14: Consumo final de residuos de biomasa por tipo y usos - Año 2021 (tep)	19
Figura N° 15: Materias primas y productos en Alcoholeras – Año 2021.....	20
Figura N° 16: Materia prima y productos en Plantas de Biodiesel – Año 2021.....	20
Figura N° 17: Cuadro de consumo de energía final en Azucareras - Año 2021 (tep). 21	
Figura N° 18: Participación de fuentes en el consumo de energía final en Azucareras. Año 2021 (tep).....	21
Figura N° 19: Cuadro de participación de las fuentes en el consumo de energía final (%) en Azucareras - Año 2021.....	22
Figura N° 20: Participación de los usos en el consumo en Azucareras – Año 2021... 22	
Figura N° 21: Cuadro de participación de los usos en el consumo en Azucareras – Año 2021 (%).	22
Figura N° 22: Consumo de energía útil por fuentes y usos en Azucareras - Año 2021 (tep).....	23
Figura N° 23: Participación de las fuentes en el consumo de energía útil en Azucareras - Año 2021 (%).	23
Figura N° 24: Participación de las fuentes en el consumo de energía útil de Azucareras - Año 2021 (%).	24
Figura N° 25: Participación de los usos en el consumo de energía útil en Azucareras – Año 2021 (%).	24
Figura N° 26: Participación de los usos en el consumo de energía útil en Azucareras – Año 2021 (%).	24
Figura N° 27: Tabla de rendimientos de utilización por fuentes y usos 2021 (%).	25
Figura N° 28: Tabla de consumos en iluminación por tipo de lámpara en Azucareras - Año 2021 (tep).....	26
Figura N° 29: Tabla de consumos en vapor por tipo de caldera y antigüedad en Azucareras - Año 2021 (tep).....	26
Figura N° 30: Tabla de Consumos en calor directo por tipo de equipo y antigüedad en Azucareras – Año 2021 (tep).	26
Figura N° 31: Tabla de consumos en fuerza motriz por tipo de equipo y antigüedad en Azucareras – Año 2021 (tep).	27
Figura N° 32: Tabla de Autoproducción de electricidad en Azucareras - Año 2021....	27
Figura N° 33: Tabla de consumo de combustibles en autoproducción de electricidad en Azucareras - Año 2021 (tep).....	28

Figura N° 34: Cuadro de implementación de medidas de eficiencia energética en Azucareras – Año 2021.	28
Figura N° 35: Tabla de barreras a la eficiencia energética en Azucareras – Año 2021 (%).	29
Figura N° 36: Tabla de consumo de energía final por fuentes y usos en subsector de Biocombustibles – Año 2021 (tep).	29
Figura N° 37: Participación de las fuentes en el consumo de energía final en el subsector Biocombustibles – Año 2021 (%).	30
Figura N° 38: Tabla de participación de las fuentes en el consumo de energía final en Biocombustibles – Año 2021 (%).	30
Figura N° 39: Participación de los usos en el consumo de energía final en Biocombustibles – Año 2021 (%).	31
Figura N° 40: Participación de los usos en el consumo de energía final en Biocombustibles - Año 2021 (%).	31
Figura N° 41: Consumo de energía útil por fuentes y usos en el subsector Biocombustibles – Año 2021 (tep).	32
Figura N° 42: Participación de las fuentes en el consumo de energía útil en el subsector de Biocombustibles – Año 2021 (%).	32
Figura N° 43: Tabla de participación de fuentes en el consumo de energía útil en el subsector de Biocombustibles – Año 2021 (%).	32
Figura N° 44: Participación de los usos en el consumo de energía útil en el subsector de Biocombustibles – Año 2021 (%).	33
Figura N° 45: Tabla de participación de los usos en el consumo de energía útil en el subsector de Biocombustibles – Año 2021 (%).	33
Figura N° 46: Tabla de rendimientos de utilización por fuentes y usos en el subsector Biocombustibles – Año 2021 (%).	33
Figura N° 47: Tabla de consumos en iluminación por tipo de lámpara en el subsector Biocombustibles - Año 2021 (tep).	34
Figura N° 48: Tabla de consumos en vapor por tipo de caldera y antigüedad del subsector Biocombustible – Año 2021 (tep).	34
Figura N° 49: Tabla de consumo en calor directo por tipo de equipo y antigüedad en subsector Biocombustible - Año 2021 (tep).	34
Figura N° 50: Tabla de consumos en fuerza motriz por tipo de equipo y antigüedad en el subsector Biocombustibles - Año 2021 (tep).	35
Figura N° 51: Tabla de Autoproducción de electricidad en el subsector Biocombustibles – Año 2021.	35
Figura N° 52: Tabla de consumo de fuentes en autoproducción de electricidad en subsector Biocombustibles 2021 (tep).	36
Figura N° 53: Tabla de implementación de medidas de eficiencia energética en subsector Biocombustibles – Año 2021 (%).	36
Figura N° 54: Tabla de barreras a la eficiencia energética en el subsector Biocombustibles – Año 2021 (%).	37

Acrónimos

ANDE	Administración Nacional de Electricidad
BEU	Balance de Energía Nacional en Términos de Energía Útil
BEN	Balance Nacional de Energía
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BZ	Bagazo de Caña de Azúcar
CA	Cascara de Arroz
CC	Cascara de Coco
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
CNEE	Comité Nacional de Eficiencia Energética
CQ	Coque de Petróleo
CV:	Carbón Vegetal
DO	Diésel
EE	Energía Eléctrica
FO	Fuel Oil
GL	Gas Licuado de Petróleo.
GO	Gas Oil
GS	Gasolina
INE	Instituto Nacional de Estadística
INE/ENE	División Energía - BID
LE	Leña
MOPC	Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
RB	Residuos de Biomasa
TDR	Términos de Referencia
UIP	Unión Industrial Paraguaya.
VMME	Viceministerio de Minas y Energía.

I. Introducción

El presente informe responde a los Términos de Referencia (TDR) para el presente estudio “Diagnóstico del Consumo de Energía y Biomasa en el Sector Industrial y apoyo a la coordinación del Balance de Energía Útil. Paraguay” (PR-T1257_ATN/GN-16821-PR) en el marco de las acciones que desarrolla la División de Energía (INE/ENE) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en Paraguay con el fin de “Apoyar el Desarrollo de Entornos Institucionales de Política y Regulatorios Apropriados para Eficiencia Energética (EE)”.

El informe se presenta con apego y en función del objetivo general que es: realizar un diagnóstico del consumo de biomasa, y el consumo y la producción energética del Sector Industrial, específicamente de las destilerías de alcohol carburante y las empresas azucareras y papeleras y productores de biocombustibles provenientes del Maíz o la Soja, con la metodología de Balance de Energía Nacional en Términos de Energía Útil (BEU) en Paraguay definida a partir del Proyecto Euroclima+.

II. Objetivos

El objetivo general del presente estudio es realizar un diagnóstico del consumo de biomasa y el consumo y la producción energética del Sector Industrial, específicamente de las destilerías de alcohol carburante y las empresas azucareras y papeleras y productores de biocombustibles provenientes del Maíz y la Soja, con la metodología de Balance de Energía Nacional en Términos de Energía Útil (BEU) en Paraguay definida a partir del Proyecto Euroclima+ .

- a) Los objetivos específicos, son: la ejecución del proceso de recolección, validación y procesamiento, y evaluación de la información; así como la generación de los insumos necesarios para el diagnóstico del consumo y producción de energía con biomasa en los subsectores Azúcar y Biocombustibles de Paraguay.

Para el relevamiento de la información de los establecimientos industriales se ha aplicado el cuestionario de encuesta que se presenta en el Anexo 1 y el correspondiente manual del encuestador en el Anexo 2. Además los establecimientos que han proporcionado con la información suficiente para el procesamiento de las encuestas, se les remitió a través de la persona designada el resumen del consumo de energía según la fuente energética, el uso y el tipo de equipamiento para el 2021, en el Anexo 3 se muestra un caso genérico.

III. Antecedentes. El Balance de Energía Nacional.

De acuerdo con la metodología utilizada para la elaboración del Balance Nacional de Energía (BEN), por el VMME, el sector industrial no está desagregado en subsectores. Forman parte del consumo final energético los sectores: i) Residencial y Comercial, ii) Transporte, iii) Industria, y, iv) Públicos y otros. El sector industria lo componen los sectores económicos CIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) revisión 04; división 15 a 37 a dos dígitos.

Por otra parte la desagregación del sector industria realizada en el BEU¹ del 2011 de Paraguay se muestra en la siguiente tabla para los diez subsectores en base a las actividades industriales por código CIU a dos dígitos que se resumen en la siguiente matriz: En el Subsector Resto Alimenticias están incluidas las Azucareras.

Figura N° 1: Tabla de Subsectores de Industria por Actividades CIU a dos dígitos – Año 2011.

Ítem	Actividades CIU a dos dígitos	Subsectores
i	1.010	Frigoríficos
ii	resto de 10	Resto Alimenticias
iii	11 y 12	Bebidas y Tabaco
iv	13, 14, 15	Textil y Cuero
v	17, 18	Papel e Imprenta
vi	16, 31	Madera y Muebles
vii	20, 21, 22	Química, Caucho y plásticos
viii	23	No Metálicos
ix	24 y 25	Metales
x	26; 27; 28; 29; 30; 32 y 33	Otras Manufactureras

Fuente: Elaboración propia en base al BEU 2011 de Paraguay.

En el presente estudio se obtiene información específica sobre los consumos en energía final y energía útil de algunos subsectores como: i) Azúcar (Clase 1072 CIU), y, ii) Papeleras (17 CIU). La fábrica industrial de Paracel, no entró en operación² hasta mediados de 2023. La misma, una vez que entre en etapa de producción procesará anualmente 1,8 millones de toneladas de celulosa Kraft de eucalipto blanqueada (BHKP). Y los centros de transformación: iii) Fabricación de Etanol (destilerías de alcohol) y Biodiesel ambos (Clase 2011 CIU). En la siguiente tabla se muestran la desagregación del sector industria del BEU 2021 por subsectores.

¹ <https://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/BNEU/BNEU%20Consolidado%2011-02-14.pdf>

² <https://paracel.com.py/componentes/>

Figura N° 2: Tabla de Subsectores de Industria por Actividades CIIU - Año 2021.

Ítem	Actividades CIIU a dos dígitos	Subsectores
i	1.010	Frigoríficos
ii	resto de 10	Resto Alimenticias
iii	11 y 12	Bebidas y Tabaco
iv	1092	Azúcar
v	13, 14, 15	Textil y Cuero
vi	17, 18	Papel e Imprenta
vii	16, 31	Madera y Muebles
viii	20201; 20209	Alcohol (Étanol) y Biocombustibles (biodiesel)n.c.p
ix	20, 21, 22	Química, Caucho y plásticos
x	23	No Metálicos
xi	24 y 25	Metales
xii	26; 27; 28; 29; 30; 32 y 33	Otras Manufactureras

Fuente: Elaboración propia en base al BEU de Paraguay 2021 .

El relevamiento de esta información es de interés para el Viceministerio de Minas y Energía (VMME) para conocer la desagregación de los consumos por subsectores. Por otra parte con la colaboración del programa EUROCLIMA+, y OLADE se realizó el BEU 2021 para Paraguay, y que concluyó en el primer cuatrimestre de 2023.

Fueron censadas las industrias y centros de transformación para la elaboración del presente estudio, siendo nueve establecimientos del Subsector Azúcar y siete establecimientos del Subsector Biocombustibles de acuerdo con el siguiente resumen:

- 6 ingenios azucareros que producen azúcar solamente.
- 4 establecimientos que producen azúcar y alcohol.
- 5 establecimientos que producen solamente alcohol.
- 1 establecimiento que produce alcohol y biodiesel.

Los principales resultados obtenidos a partir de las encuestas realizadas de acuerdo con la metodología del BEU son:

- Producción en unidades físicas de biomasa y biocombustibles: bagazo, alcohol y biodiesel.
- Consumo de energía final y útil por fuentes y usos.

Las fuentes relevadas en el consumo son:

- EE: electricidad.
- GL: gas licuado.
- GO: gasoil o diésel.
- LE: leña.
- BZ: bagazo.
- CA: cáscara de arroz.
- CC: cáscara de coco.

Los usos de la energía en:

- Iluminación.
- Vapor.
- Calor Directo.
- Fuerza Motriz.
- Frío de Proceso.
- Transporte Interno.
- Refrigeración de Ambientes.

IV. Diagnóstico sobre el Consumo de biomasa y la producción energética del Sector Industrial de Paraguay.

IV.1 Contexto General.

Con la culminación por parte del Viceministerio de Minas y Energía del Balance Energético Nacional 2021 (BEN 2021)³ y su publicación el 31 de agosto de 2022, se han actualizado los datos en un mismo año base. La actualización de los datos al año 2021 resulta importante teniendo en cuenta el comportamiento atípico en el año 2020, tanto en niveles de demanda de energía como en el comportamiento del suministro, que estuvieron altamente vinculados al impacto de la Pandemia del Covid-19.

La oferta de fuentes primarias de energía que posee el país comprende la hidroenergía, la leña, otras biomásas (en el BEU se denomina Residuos de Biomasa (RB) a los desechos de la producción agroforestal, como las cáscaras de coco, de arroz, de algodón, de girasol, de tung, entre otros incluidos a los productos de la caña de azúcar como el bagazo), mientras que -luego de procesos de transformación- las fuentes de energía secundaria comprenden: el carbón vegetal, la electricidad y el alcohol combustible (etanol). Adicionalmente se registran pequeños volúmenes de producción de biodiesel los que se comercializan en mezcla con el diésel Tipo III.

De acuerdo con la estructura y metodología del BEN, la oferta total de energía a nivel nacional (Oferta de energía a Nivel Nacional = Producción primaria + Importación primaria + Importación secundaria – Exportación +/- Variación de stock – No aprovechada). En el año 2021, la oferta de energía fue 8.655,74 ktep, compuesta en un 74,5 % por las citadas fuentes primarias nacionales y el 25,5 % restante por las importaciones de productos derivados del petróleo.

Las fuentes de energía primaria nacionales se componen de hidroenergía (47,3 % del total de las fuentes primarias nacionales), la leña (30,3 %), bagazo de caña de azúcar (14,7 %) y otras biomásas 7,7 %. Cabe destacar que la totalidad de las fuentes primarias de energía que integran la matriz energética nacional son renovables.

El BEN 2021 identifica tres tipos de Centros de Transformación (CT) que producen productos energéticos secundarios a partir de fuentes primarias de energía, estos centros son las Centrales Hidroeléctricas para la producción de energía eléctrica, las Carboneras con la producción de carbón vegetal y las Destilerías de Alcohol o alcoholeras con la producción de alcohol absoluto (etanol).

³ <https://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/balance2021/Balance%20Energ%C3%A9tico%20Nacional%202021%20-%20VFinal.pdf>

No toda la producción de fuentes primarias de energía pasan por un Centro de Transformación; una parte de ellas entra directamente a satisfacer el Consumo Final, como es el caso de la Leña y una parte de Otras Biomosas⁴ (en este caso específico alrededor del 92,3 % corresponde al consumo de bagazo). En el caso de la Hidroenergía y los Productos de Caña, la oferta total de energía primaria tiene como destino la entrada a un centro de transformación. Los productos de caña de azúcar que ingresa en las destilerías para la producción de alcohol absoluto o etanol, se refiere a los jugos de caña de azúcar que pasan posteriormente a los procesos de fermentación y destilación. En años recientes se registra la participación de cereales⁵ en la producción de alcohol absoluto, que será abordado más adelante.

Figura N° 3: Destinos de la Oferta Primaria de Energía.

FUENTE PRIMARIA DE ENERGÍA	OFERTA (ktep)	DESTINO DE LA OFERTA PRIMARIA (%)			
		CONSUMO FINAL	TRANSFORMACIÓN	PRODUCTO SECUNDARIO	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
Hidroenergía	3.652,62	0,0	100,0	Electricidad	Centrales Hidroeléctricas
Leña	2.343,22	72,7	27,3	Carbón vegetal	Carboneras
Otras biomosas	597,31	100,0	0,0		
Productos de caña	1.135,33	0,0	100,0	Alcohol	Destilerías

Fuente: Elaboración propia en base a BEN 2021

IV.2 Antecedentes del consumo de biomasa en el Sector Industrial.

Con referencia a la demanda de energía para Consumo Final, el BEN 2021 registra un total de 6.611,2 ktep, de los cuáles el 40,9 % corresponde a productos de la biomasa, el 41,2 % proviene de los derivados del petróleo, y el 17,8 % es electricidad.

En el caso específico del consumo final de productos de la biomasa, el 85,0 % está compuesto por biomasa primaria (leña y otras biomosas), mientras que la biomasa secundaria corresponde al 15 % (carbón vegetal y alcohol combustible).

Figura N° 4: Balance Energético de Biomasa.

BALANCE ENERGÉTICO DE PRODUCTOS DE LA BIOMASA. AÑO 2021 (ktep)		BIOMASA PRIMARIA				BIOMASA SECUNDARIA			Pérdidas Transformación	TOTAL
		Leña	Otras Biomosas	Productos de caña	Total Primaria	Carbón Vegetal	Alcohol	Total Secundaria		
BALANCE DE ENERGÍA PRIMARIA	Producción	2.342,86	597,31	1.135,33	4.075,50					
	Importación	0,43			0,43					
	Exportación	-0,07			-0,07					
	Oferta Interna Bruta	2.343,22	597,31	1.135,33	4.075,86					
	Entrada Primaria	640,34		1.135,33	1.775,67					
	Consumo Final Primario	1.702,87	597,31		2.300,19					
BALANCE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	Total Transformación	-640,34		-1.135,33	-1.775,67	315,05	201,09	516,14	-1.259,53	
	Carboneras	-640,34			-640,34	315,05		315,05	-325,29	
	Destilería			-1.135,33	-1.135,33		201,09	201,09	-934,24	
BALANCE DE ENERGÍA SECUNDARIA	Producción					315,05	201,09	516,14		
	Importación					0,35		0,35		
	Exportación					-110,82		-72,20		
	Oferta Interna Bruta					204,58	201,09	405,67		
	Consumo Final Secundario					204,58	201,09	405,67		
CONSUMO FINAL TOTAL		1.702,87	597,31		2.300,19	204,58	201,09	405,67	2.705,86	
CONSUMO FINAL ENERGÉTICO	Residencial y Comercial	874,99			874,99	201,42	0,48	201,89	1.076,88	
	Transporte						200,12	200,12	200,12	
	Industria	822,35	597,31		1.419,66	3,16	0,49	3,65	1.423,31	
	Público y Otros	5,54			5,54				5,54	

Fuente: Elaboración propia en base al BEN 2021.

⁴<https://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/BNEU/BNEU%20Consolidado%2011-02-14.pdf>

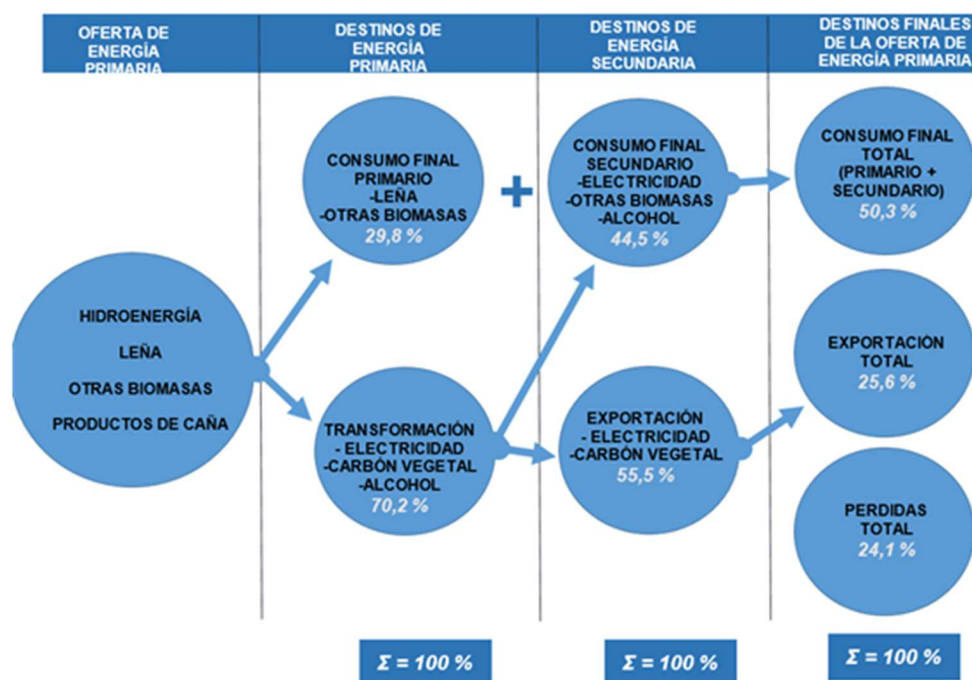
⁵<https://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/balance2021/Balance%20Energ%20C3%A9tico%20Nacional%202021%20-%20VFinal.pdf> (pág. 16).

De acuerdo con los datos del Balance Energético de Biomasa obtenido a partir del BEN 2021, el sector industria se constituye en el principal consumidor de productos de la biomasa, seguido de los sectores residencial y comercial. Específicamente, el 84,5 % del consumo final de energía en el sector de la industria corresponde a biomasa primaria y productos secundarios.

IV.3 La producción de energía en el Sector Industria.

Tal como se presenta en la siguiente figura en la columna “Destinos de la Oferta Primaria de Energía”, la misma puede seguir dos caminos en el esquema de flujo de la matriz energética nacional. Uno de ellos, el uso directamente como consumo final (por ejemplo, otras biomazas) o bien ser dirigidos a un centro de transformación (por ejemplo, la hidroenergía que entra a las centrales hidroeléctricas para ser transformadas en electricidad). Algunas de estas fuentes primarias de energía están presentes en ambos caminos, como es el caso de la leña.

Figura N° 5: Cuantificación porcentual de los destinos de la Oferta Primaria de Energía. Año 2021.



Fuente: Elaboración propia en base al BEN 2021.

A partir de un análisis de la figura anterior y la cuantificación porcentual de los destinos de la Oferta Primaria de Energía, en el año 2021, la proporción mayor de la oferta tiene como destino la entrada en centro de transformación (70,2 %) de la oferta total. Esta alta participación de la energía primaria como entrada en centro de transformación está determinada básicamente por la hidroenergía que entra a las centrales hidroeléctricas para su transformación en electricidad. El resto de la oferta pasa directamente a satisfacer el consumo final.

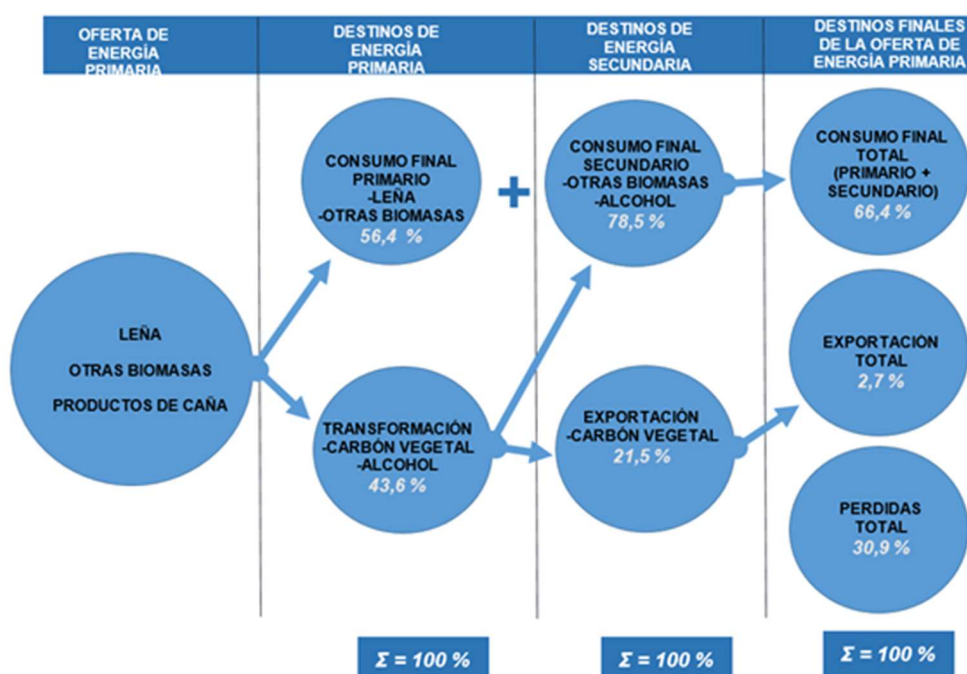
La salida de energía secundaria de los centros de transformación tiene igualmente dos destinos, la mayor parte de ella se destina a la exportación (55,5 %) mientras que el resto pasa directamente al consumo final. La alta proporción de energía secundaria exportada está determinada, principalmente por las exportaciones de electricidad a los mercados de Argentina y Brasil.

El cuarto bloque de la Figura N° 5 muestra los destinos finales de la Oferta Primaria de Energía en el país donde se observa que el consumo final como destino ocupa la primera posición, exactamente la mitad de la energía primaria disponible 50,3 %. Le sigue como destino la exportación que ocupa el 25,6 % del total, y alrededor de la quinta parte de la Oferta Primaria que se pierde⁶ durante el ciclo.

La energía exportada por Paraguay en forma de electricidad y carbón vegetal alcanzó en el año 2021 los 1.978,7 ktep, de los cuales el 94,4 % corresponde a electricidad. El valor de la energía exportada alcanzó los 1.656.549,9 (en miles de USD FOB) y representó el 15,7 % de las exportaciones totales del Paraguay, excediendo en apenas un 5,0 % el valor de las importaciones de combustibles⁷.

Exceptuando el ciclo de la hidroenergía y la consiguiente transformación de ésta en electricidad, el resto de la Oferta Primaria de Energía está constituida por productos de la biomasa.

Figura N° 6: Cuantificación porcentual de los destinos de la Oferta Primaria de Productos de la Biomasa. Año 2021



Fuente: Elaboración propia en base al BEN 2021.

Una comparación entre las figuras N° 5 y 6 muestra que, en el caso de la energía de la biomasa, la partición con destino al consumo final se refuerza con relación a las exportaciones, las que alcanzan una participación marginal. Las pérdidas totales de energía resultan más significativas en el caso de los productos de la biomasa debido a los bajos rendimientos en los procesos de transformación tanto en destilerías como carboneras, comparados con las centrales hidroeléctricas.

⁶ Las pérdidas de energía se refieren a las pérdidas en transformación que se originan en los centros de transformación. Las pérdidas se refieren a las pérdidas durante el proceso y son la diferencia entre los insumos y la producción (salida bruta del centro de transformación). A las pérdidas en transformación se agregan las pérdidas en transmisión y distribución de electricidad.

⁷ Fuente: Valor de las exportaciones de electricidad y carbón vegetal e importaciones de combustible y lubricantes, Boletín Comercio Exterior Año 1961 – 2021, Banco Central del Paraguay (BCP). <https://www.bcp.gov.py/estadisticas-economicas-i364>

El sector industria tiene una participación importante en el flujo de energía que se muestra en la figura anterior: Cuantificación porcentual de los destinos de la Oferta Primaria de Productos de la Biomasa Año 2021, particularmente en el bloque de transformación de energía primaria de la biomasa en energía secundaria.

En el caso de la transformación de leña a carbón vegetal en las carboneras y en ocasión de los trabajos realizados para la elaboración de la Prospectiva Energética⁸ para el periodo 2013 - 2040, fue ejecutada una encuesta energética específica a las carboneras del país. Los resultados de la encuesta de esa época permitieron conocer un importante conjunto de variables que tienen incidencia directa en el proceso de transformación, tales como las especies de leña utilizadas y su participación como insumo, humedad a la entrada de la leña al horno, tipo y cantidad de hornos utilizados, dimensiones y la duración y periodicidad del proceso. El resultado más importante para la información estadística y el BEN en particular resultó en obtener un valor del rendimiento en el proceso de transformación actualizado y ajustado a la realidad nacional que fue establecido en 49,2%.

En lo que respecta a la transformación de biomasa primaria en alcohol (etanol), la industria manufacturera tiene un rol protagónico, particularmente los subsectores de azúcar y fabricación de biocombustibles, siendo los jugos de caña y los cereales las principales materias primas que entran a los centros de transformación (destilerías). El tipo y porcentaje de cereales utilizado en las destilerías de alcohol será desarrollado en los próximos capítulos a partir de la información recopilada con las encuestas a las alcoholeras y plantas de biodiesel.

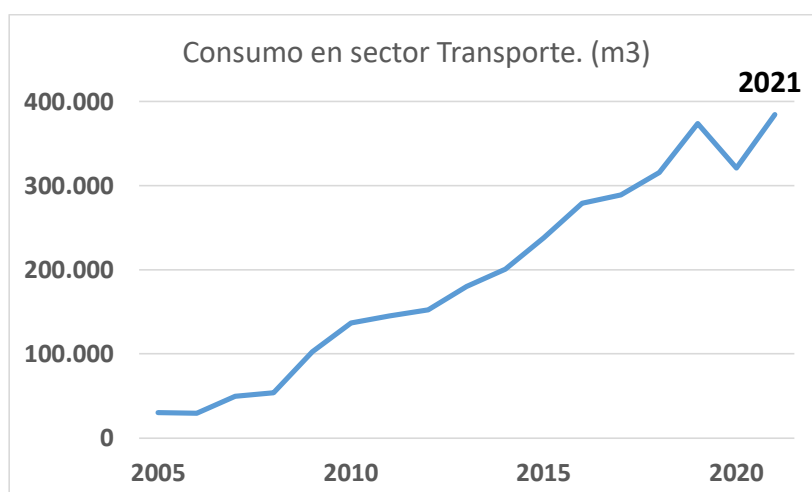
En el año 2021 de acuerdo con la anterior figura N° 4 aproximadamente 200.120 tep (99,5 %) de la disponibilidad de alcohol (etanol) fue utilizado como combustible a nivel nacional en el sector transporte, bien sea en uso directo en vehículos Flex o en mezclas con gasolina de motor (naftas). Se registran otros usos marginales en los sectores residencial y comercial 480 tep (0,2 %) y el propio sector industrial 490 tep (0,3 %), principalmente como se lo conoce: “alcohol para quemar”.

El aumento de la producción y disponibilidad de alcohol para uso combustible ha sido un factor determinante para consolidar su incidencia positiva a los fines de reducir el impacto ambiental del consumo de gasolina de motor, principalmente en el transporte individual. Según los datos recopilados en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2017, en el año 2017 el 89,0 % de las emisiones registradas en el Sector Energía corresponden al consumo de combustibles fósiles del sector transporte⁹.

⁸ <https://www.ssme.gov.py/vmme/pdf/prospectiva/Prospectiva%20Energetica%202015-2050.pdf>

⁹ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/IBA3_MADES_pliegos.pdf.

Figura N° 7: Consumo de alcohol combustible en el Sector Transporte.



Fuente: Elaboración propia en base al BEN 2021 y serie histórica SIEN.

Los datos presentados hasta aquí en base a la información disponible en los balances de energía del país permiten afirmar que la producción de energía a partir de productos primarios de la biomasa en la industria, constituyen un factor importante para alcanzar el cumplimiento de las metas de política energética a fin de potenciar la contribución del sector hacia un desarrollo sostenible y permite transitar aunque aún sea incipiente, hacia una economía baja en carbono.

En este proceso, la producción de alcohol y biodiesel tiene una contribución significativa como vector de consumo en el sector del transporte, que junto a otras acciones a futuro como el desarrollo de la Electromovilidad y el uso del hidrógeno verde (H2V) podrán ser elementos que contribuyan a la reducción de las emisiones propias de los derivados del petróleo.

Por otra parte la escasa disponibilidad de información puede resumirse en:

- La insuficiente calidad de los datos relativos al ciclo completo del flujo de productos de la biomasa destinados a la producción de alcohol y biodiesel que nutren el Balance Energético Nacional (BEN), que se constituye en obstáculo para enfocar acciones específicas en el campo de la eficiencia y la optimización del proceso de transformación industrial que puedan alcanzar altos rendimientos. Es por este motivo, la importancia del presente estudio para la obtención de información y datos relevantes para la producción de alcohol en las destilerías y de biodiesel.
- A diferencia del caso de la transformación de leña a carbón vegetal en las carboneras, no se ha hecho un estudio específico que permita un adecuado conocimiento en relación con las características del proceso y sus valores reales en cuanto a rendimientos, lo que podrá ser complementado con los resultados de este estudio.

IV.4 Consumo Final del Sector Industria.

En base al Balance de Energía Útil BEU de 2021; el consumo total de energía final del sector Industria fue de 1.320 ktep. Las principales fuentes energéticas utilizadas fueron: i) residuos de biomasa (RB), ii) electricidad (EE), iii) fuel oil (FO), iv) carbón vegetal (CV), v) leña (LE), vi) coque de petróleo (CQ), vii) gas licuado de petróleo (GL), viii) diésel

(DO) y ix) gasolinas (GS); en las siguientes figuras se muestra el consumo de energía por fuentes y subsectores. Los residuos de biomasa que son producidos en los mismos procesos industriales son la principal fuente de consumo final, con 533 ktep, y representa el 40,4% del consumo final del sector. La segunda fuente en importancia es la leña, de la que se consumieron 489 ktep, representando 37% del consumo final total; la electricidad con 211 ktep (2.541 GWh) con el 16% de la participación. En cuarto lugar el coque con 46 ktep; 3,5% del total. El resto con una participación menor.

En la próxima figura, se muestra consumo final de energía de cada uno de los doce (12) subsectores desagregados del sector Industrial de Paraguay.

Figura N° 8: Consumo de energía final por fuentes y subsectores.

Año 2021 (tep).

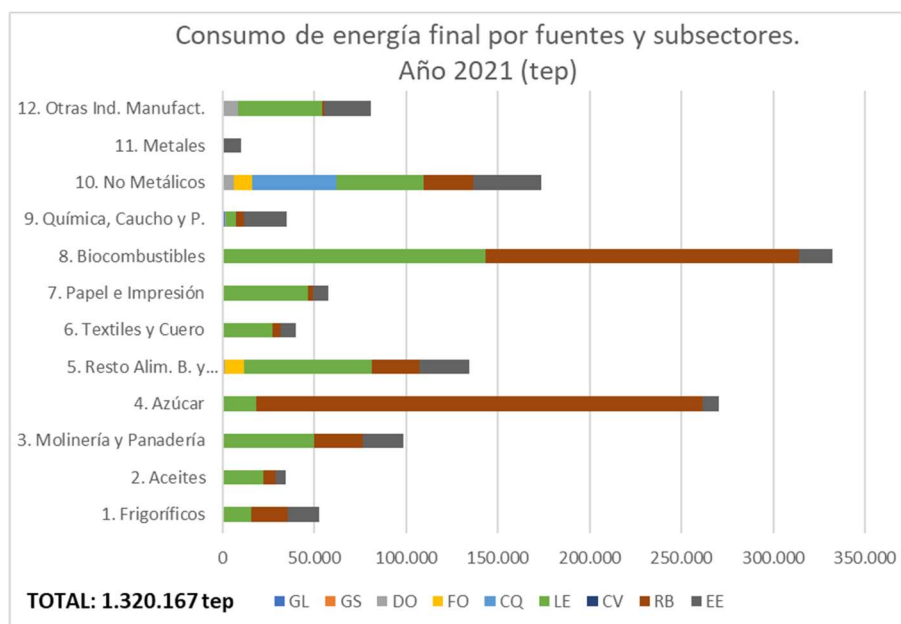
Subsectores	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
1. Frigoríficos	55		174			15.508	70	19.835	16.851	52.493
2. Aceites			683			21.415		7.063	5.390	34.551
3. Molinería y Panadería	450	112	224			49.350		26.262	22.271	98.669
4. Azúcar	49		147			18.319		243.143	8.872	270.530
5. Resto Alim. B. y Tabaco	441	197	464	10.634		69.462	1	26.173	27.109	134.481
6. Textiles y Cuero	60	5	205			26.816		4.336	8.347	39.769
7. Papel e Impresión	321	6	366			45.767		2.781	8.161	57.402
8. Biocombustibles			202			142.971		170.992	18.199	332.364
9. Química, Caucho y P.	1.235	10	655			5.532		4.214	23.410	35.056
10. No Metálicos	876	26	5.604	9.612	45.754	47.862		26.941	36.991	173.666
11. Metales	197		347			14			9.736	10.294
12. Otras Ind. Manufact.	438	1	7.751			45.974		1.260	25.466	80.891
TOTAL	4.122	357	16.822	20.246	45.754	488.991	71	533.001	210.802	1.320.167

Fuente: BEU 2021.

Los subsectores Biocombustibles y Azúcar se destacan del resto, con el 25,2% y 20,5% del consumo final total en ese orden. El consumo de residuos de biomasa (RB) en ambos y leña en biocombustibles, para vapor, hace que sobresalgan del resto de los subsectores. El tercer subsector en importancia en el consumo final es No metálicos, con el 13,2% del total de la industria. Dentro de este, sobresale el consumo de fuentes como leña, coque de petróleo y residuos de biomasa para la producción de vapor y electricidad para fuerza motriz.

Luego se presentan en orden de importancia resto alimentos y bebidas con el 10,2% del total y molinería y panadería con el 7,5%. Papel e impresión representa el 4,3%, frigoríficos el 4%, textiles y cuero el 3%, aceites el 2,6%, química y caucho el 2,7%. Los otros sectores tienen consumos relativamente más bajos, representando en conjunto el 6,9% del consumo final total Industrial.

Figura N° 9: Consumo de energía final por fuentes y subsectores.
Año 2021 (tep).



Fuente: Elaboración propia en base al BEU 2021.

En Paraguay el consumo total de energía final del sector Industrial en 2021 de acuerdo con el BEU fue de 1.320 ktep, que fueron aportados por nueve (9) fuentes: gas licuado de petróleo (GL), gasolina (GS), diésel (DO), fuel oil (FO), coque de petróleo (CQ), leña (LE), carbón vegetal (CV), residuos de biomasa (RB) y electricidad (EE).

Los residuos de biomasa, producidos en los mismos procesos industriales, se destacan siendo la principal fuente del consumo final, de la cual se consumieron 533 ktep, y representa el 40,4% del consumo final total del sector. Como se verá más abajo, los residuos de la biomasa se componen principalmente de bagazo, chips de madera y cáscara de arroz.

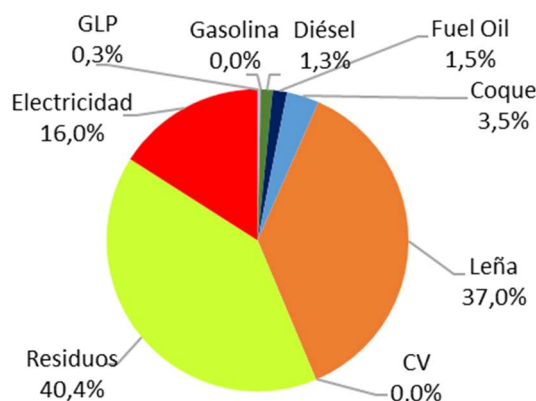
La leña es la segunda fuente en importancia ya que se han consumido 489 ktep representando 37% del consumo final total. La electricidad con 211 ktep (2.451 GWh) y 16% de participación se encuentra en tercer lugar. La electricidad es la única fuente que se utiliza en todos los usos. En menor medida se consume el coque con 46 ktep y 3,5% del total, quedando en cuarto lugar. Las demás pueden observarse en el gráfico.

Figura N° 10: Tabla de consumo de energía final por fuentes y subsectores.

Usos	GL	GS	DO	FO	CQ	LE	CV	RB	EE	Total
Iluminación									10.883	10.883
Vapor	885		618	10.634		370.963		497.485	244	880.829
Calor Directo	1.785	26	68	9.612	45.754	114.254	72	28.383	16.523	216.476
Fuerza Motriz						3.775		7.134	143.466	154.374
Frío de Proceso									14.718	14.718
Transporte Interno	1.452	331	16.136						645	18.564
Refrigeración de Ambientes									20.834	20.834
Procesos Electroquímicos									3.489	3.489
TOTAL	4.122	357	16.822	20.246	45.754	488.991	72	533.001	210.802	1.320.167

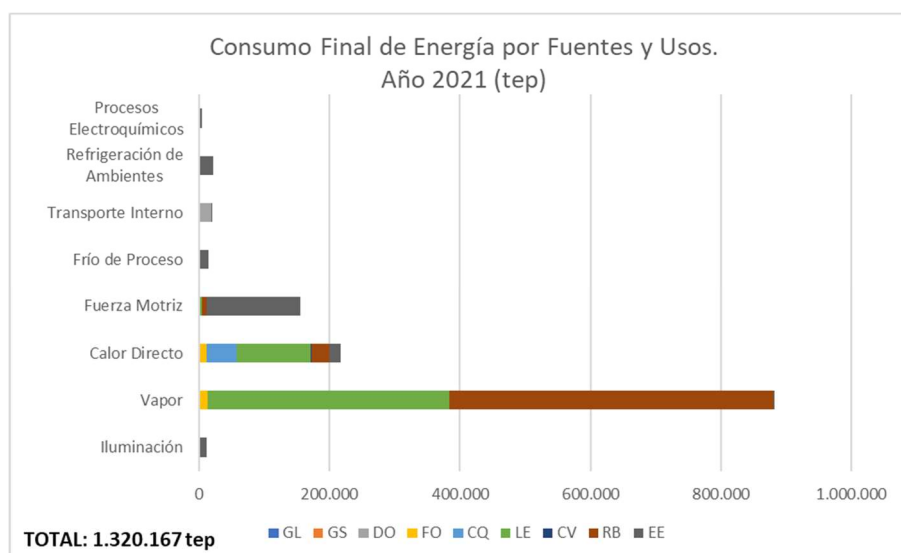
Fuente: BEU 2021.

Figura N° 11: Participación en el Sector Industrial de las fuentes en el consumo final (%)



Fuente: BEU 2021.

Figura N° 12: Consumo de energía final por fuentes y usos. Año 2021 (tep).



Fuente: Elaboración propia en base al BEU 2021.

En lo que respecta al consumo de los residuos de la biomasa, en el sector industria, provienen de las siguientes fuentes: bagazo (BZ), aserrín, (AS), chips de madera (CH), cáscara de arroz (CA), cáscara de coco (CO), cartón (CN), cáscara de girasol (CG), aceite de pollo (AP), grasa (GV), lodo seco (LO), rumen (RU), cáscara de tung (TU). Estos residuos representaron el 40,4% del consumo final industrial. Como puede observarse en la siguiente figura, el bagazo proveniente de la caña de azúcar en las azucareras representó el consumo del 74,3% del total de los residuos, seguidos por chips de madera 9,2% y cáscara de arroz 8,7% y el resto de los residuos en menor medida, representan en su conjunto 7,8% del consumo total.

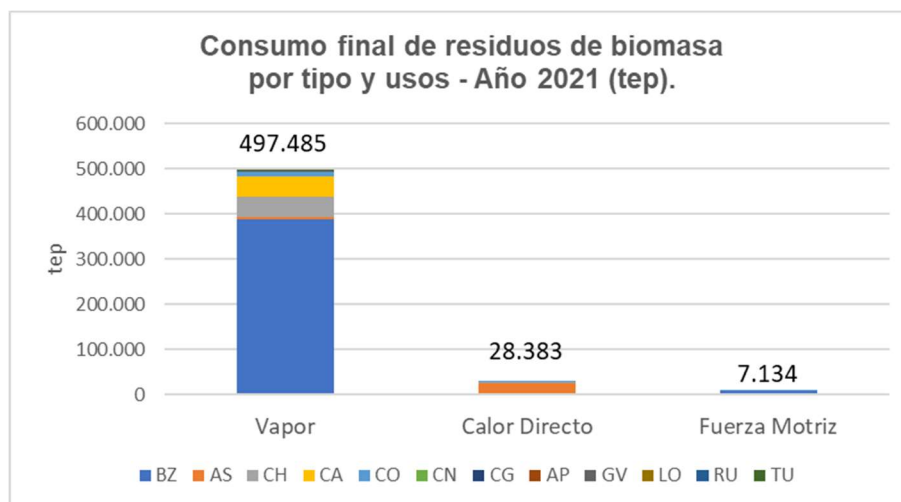
Figura N° 13: Tabla de consumo final de residuos de biomasa por tipo y usos. Año 2021 (tep).

Usos	BZ	AS	CH	CA	CO	CN	CG	AP	GV	LO	RU	TU	Total
Vapor	388.554	3.496	45.778	45.892	9.994	77	522	5	1.151	164	1	1.851	497.485
Calor Directo	500	24.259	3.142	347	135								28.383
Fuerza Motriz	6.809			299	26								7.134
TOTAL	395.863	27.755	48.921	46.538	10.155	77	522	5	1.151	164	1	1.851	533.001

Fuente: Elaboración propia en base al BEU 2021.

Los residuos de biomasa se destinan a los siguientes usos: vapor (93,3% del consumo final de residuos), calor directo (5,3%) y fuerza motriz (1,3%), de acuerdo con el siguiente cuadro.

Figura N° 14: Consumo final de residuos de biomasa por tipo y usos - Año 2021 (tep)



Fuente: Elaboración propia en base al BEU 2021.

V. Producción de biomasa y biocombustibles en Azucareras, Alcoholeras y plantas de Biodiesel.

A partir de esta sección, se presentan los resultados correspondientes al procesamiento y resultados obtenidos de las encuestas aplicadas al conjunto de alcoholeras, azucareras y plantas de biodiesel (todo el universo), que es objeto de evaluación del presente estudio en cuanto al consumo y producción de biomasa y la producción de energía. Las unidades seleccionadas para la aplicación de la encuesta constituyen la totalidad de las unidades que integran el universo absoluto en el país y que han accedido a completar los formularios de las encuestas que fueron procesadas para obtener los resultados que se presentan a continuación. Cabe destacar que han sido realizadas de manera complementaria a las encuestas del BEU para el sector industria con el compromiso de confidencialidad de la información de acuerdo con lo establecido por la Ley 6.670/2020 en lo referente al secreto estadístico.

V.1 Producción de bagazo.

A partir de los resultados de las encuestas se obtiene que la producción de biomasa como fuente energética corresponde al bagazo de caña de azúcar que es obtenido en ingenios azucareros y destilerías de alcohol a partir de la caña de azúcar. En 2021, en los establecimientos relevados, se procesaron 3.686.310 t de caña de azúcar y se obtuvieron 1.021.673 t de bagazo, lo que da una relación de 0,277 t de bagazo por t de caña procesada.

V.2 Destilerías de alcohol.

Las destilerías de alcohol de Paraguay utilizaron como materia prima caña de azúcar y maíz. En 2021, los establecimientos relevados procesaron 3.058.310 t de caña de azúcar y 1.786.410 t de maíz. Se produjo un total de 575.824 m3 de alcohol carburante, el 24,6% de los cuales fue de la caña y el 75,4% restante de maíz.

Figura N° 15: Materias primas y productos en Alcoholeras – Año 2021.

INSUMOS			Destilerías de Alcohol	PRODUCTOS		
Caña de azúcar	3.058.310 t	63,1%		Alcohol de caña	141.932 m3	24,6%
Maiz	1.786.410 t	36,9%		Alcohol de maíz	433.892 m3	75,4%
Total	4.844.720 t	100,0%		Total	575.824 m3	100,0%

Fuente: Elaboración propia en base a encuestas.

V.3 Plantas de biodiesel

Para la producción de biodiesel, en 2021 se insumieron 12.775 t de aceite bruto, dando como resultado la producción de 12.286 m3 de biodiesel.

La materia prima para la obtención del aceite es el maíz, que es sometido a un proceso primario de hidrólisis y fermentación del cual se obtiene vinaza, y de la separación de esta se obtiene el aceite bruto. Un posterior proceso de transesterificación y destilación permite obtener el biodiesel.

Figura N° 16: Materia prima y productos en Plantas de Biodiesel – Año 2021.

INSUMOS		Planta de Biodiesel	PRODUCTOS	
Aceite bruto	12.775 t		Biodiesel	12.286 m3

Fuente: Elaboración propia en base a encuestas.

VI. Diagnóstico sobre el consumo energético y producción de energía en azucareras.

Para analizar el consumo energético de las azucareras como ha sido explicado anteriormente, se ha encuestado el universo plantas productoras de azúcar y las plantas que producen azúcar y alcohol. Del procesamiento de las encuestas, siguiendo la metodología de elaboración del BEU, se obtienen los resultados que se presentan a continuación.

VI.1 Consumo de energía final y útil por fuentes y usos en azucareras.

En el año 2021, el subsector Azúcar consumió un total de 270.530 tep de energía final o neta. Ello representó el 20,5% del consumo total del sector Industria (de 1.320,2 ktep. Fuente: BEU 2021).

Figura N° 17: Cuadro de consumo de energía final en Azucareras - Año 2021 (tep).

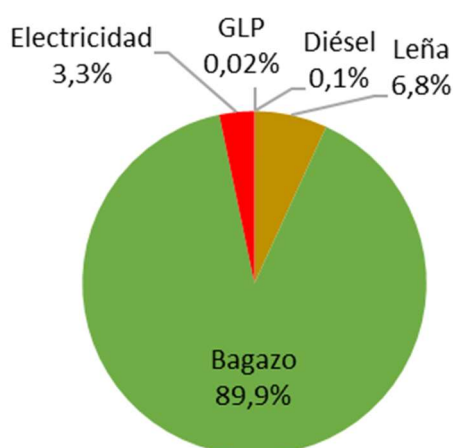
Usos	GL	DO	LE	BZ	EE	Total
Iluminación					212	212
Vapor			16.805	239.118		255.922
Calor Directo				500	2.811	3.311
Fuerza Motriz			1.514	3.525	5.459	10.498
Frío de Proceso					74	74
Transporte Interno	49	147			10	206
Refrigeración de Ambientes					306	306
TOTAL	49	147	18.319	243.143	8.872	270.530

Fuente: Elaboración propia en base a las encuestas.

La caña de azúcar procesada en el año 2021, en los establecimientos encuestados (azucareras), fue de 2.318.000 t y la producción de azúcar de 157.665 t. La principal fuente energética del consumo neto es el bagazo, con una cantidad de 243.143 tep representó el 89,9% del consumo de energía final total de las azucareras. El principal consumo final de bagazo es para la producción de vapor, habiendo cantidades mucho menores para fuerza motriz fija y calor directo de energía final

La segunda fuente en importancia del consumo neto es la leña, con el 6,8% del total de energía final consumida. También su principal destino es la producción de vapor, y en mucho menor medida para fuerza motriz.

Figura N° 18: Participación de fuentes en el consumo de energía final en Azucareras. Año 2021 (tep).



Fuente: Elaboración propia.

De electricidad se consumieron 8.872 tep (103,2 GWh), que significaron el 3,3% del consumo final del subsector. Esta electricidad provino en un 85,1% de autoproducción en equipos de cogeneración a partir del bagazo y el 14,9% restante del servicio público de electricidad.

Finalmente, los consumos de gasoil y gas licuado fueron marginales (0,1% y 0,02% del total respectivamente) y sólo para transporte interno.

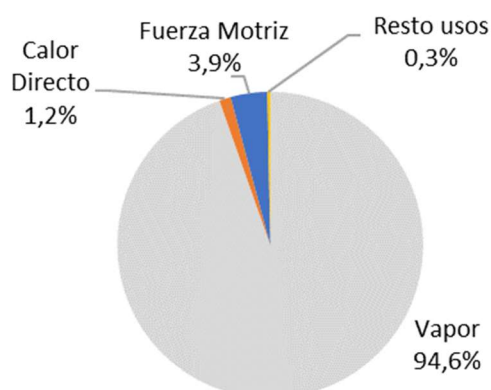
Figura N° 19: Cuadro de participación de las fuentes en el consumo de energía final (%) en Azucareras - Año 2021.

Usos	GL	DO	LE	BZ	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Vapor			6,6	93,4		100,0
Calor Directo				15,1	84,9	100,0
Fuerza Motriz			14,4	33,6	52,0	100,0
Frío de Proceso					100,0	100,0
Transporte Interno	23,6	71,3			5,0	100,0
Refrigeración de Ambientes					100,0	100,0
TOTAL	0,0	0,1	6,8	89,9	3,3	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a las encuestas.

De acuerdo con la siguiente figura, el uso predominante en el consumo de energía final en azúcar es el vapor, con el 94,6% del total. El segundo uso en importancia es la fuerza motriz con el 3,9%; seguida de calor directo con el 1,2%, y los restantes usos tienen una participación insignificante, como puede apreciarse en el gráfico y cuadro siguientes.

Figura N° 20: Participación de los usos en el consumo en Azucareras – Año 2021.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 21: Cuadro de participación de los usos en el consumo en Azucareras – Año 2021 (%).

Usos	GL	DO	LE	BZ	EE	Total
Iluminación					2,4	0,1
Vapor			91,7	98,3		94,6
Calor Directo				0,2	31,7	1,2
Fuerza Motriz			8,3	1,4	61,5	3,9
Frío de Proceso					0,8	0,0
Transporte Interno	100,0	100,0			0,1	0,1
Refrigeración de Ambientes					3,5	0,1
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia en base a las encuestas.

El 98,3% del bagazo se consume en vapor, el 1,4% en fuerza motriz y el 0,2% en calor directo. Por su parte el 91,7% de la leña en vapor y el 8,3% restante en fuerza motriz.

La electricidad es la fuente que se consume en todos los usos excepto en vapor. Su principal destino es la fuerza motriz (61,5%), seguido de calor directo (31,7%). Los restantes usos tienen participaciones mucho menores como se observa en el cuadro anterior.

El consumo de energía útil es igual al consumo de energía final menos las pérdidas en los equipos y artefactos de uso final. En el siguiente cuadro se muestra el consumo de energía útil por fuentes y usos.

Figura N° 22: Consumo de energía útil por fuentes y usos en Azucareras - Año 2021 (tep).

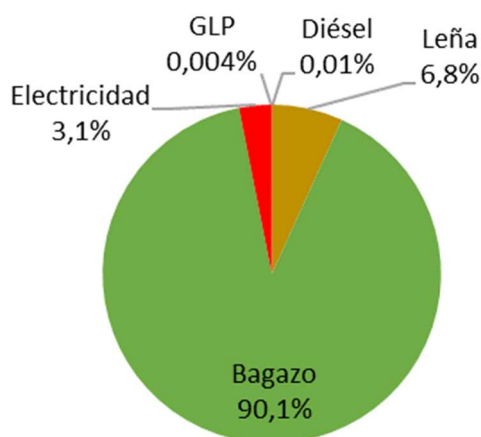
Usos	GL	DO	LE	BZ	EE	Total
Iluminación					49	49
Vapor			15.444	215.011		230.455
Calor Directo				375	2.330	2.705
Fuerza Motriz			901	2.097	4.848	7.846
Frío de Proceso					55	55
Transporte Interno	9	35			8	52
Refrigeración de Ambientes					227	227
TOTAL	9	35	16.345	217.484	7.516	241.389

Fuente: Elaboración propia.

El consumo total de energía útil en 2021 fue de 241.389 tep, que dividido por el consumo neto total (270.530 tep) da un rendimiento promedio de utilización de la energía en el subsector del 89,2%.

Las estructuras de participación del consumo de energía útil son muy similares a las de energía final descritas precedentemente, como se puede apreciar al comparar los gráficos y cuadros siguientes con los correspondientes en energía final. Esta similitud en las respectivas estructuras se debe principalmente al muy alto peso en el consumo total del bagazo en vapor, y también, en menor medida, a la similitud de los rendimientos de las calderas de vapor con el promedio de los rendimientos de la electricidad.

Figura N° 23: Participación de las fuentes en el consumo de energía útil en Azucareras - Año 2021 (%).



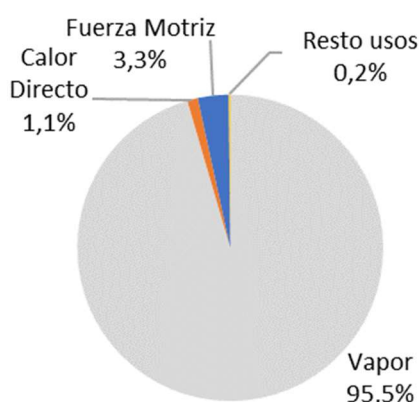
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 24: Participación de las fuentes en el consumo de energía útil de Azucareras - Año 2021 (%).

Usos	GL	DO	LE	BZ	EE	Total
Iluminación					100,0	100,0
Vapor			6,7	93,3		100,0
Calor Directo				13,9	86,1	100,0
Fuerza Motriz			11,5	26,7	61,8	100,0
Frío de Proceso					100,0	100,0
Transporte Interno	16,8	67,5			15,8	100,0
Refrigeración de Ambientes					100,0	100,0
TOTAL	0,0	0,0	6,8	90,1	3,1	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 25: Participación de los usos en el consumo de energía útil en Azucareras – Año 2021 (%)



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 26: Participación de los usos en el consumo de energía útil en Azucareras – Año 2021 (%)

Usos	GL	DO	LE	BZ	EE	Total
Iluminación					0,7	0,0
Vapor			94,5	98,9		95,5
Calor Directo				0,2	31,0	1,1
Fuerza Motriz			5,5	1,0	64,5	3,3
Frío de Proceso					0,7	0,0
Transporte Interno	100,0	100,0			0,1	0,0
Refrigeración de Ambientes					3,0	0,1
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Los rendimientos de utilización de la energía según la metodología de elaboración del BEU se calculan como el cociente entre la energía útil obtenida de cada equipo de consumo y la energía final que insume dicho equipo. Y las pérdidas de utilización son la diferencia entre la energía final y la energía útil. En el Anexo 4 se muestran los cálculos del rendimiento del sector industria.

Es necesario aclarar los siguientes aspectos metodológicos para todos los subsectores:

- Sólo se tienen en cuenta las pérdidas en la conversión de la energía de la fuente consumida en el uso de la energía en condiciones normales de funcionamiento. Es decir, no se incluyen las pérdidas debido al estado de mantenimiento de los equipos ni a las formas de operación de estos.
- Se incluyen sólo las pérdidas de la primera conversión de la energía. Por ejemplo, las pérdidas en vapor incluyen sólo las pérdidas en las calderas y no las pérdidas en las conversiones siguientes, como ser en los sistemas de distribución del vapor, equipos de uso del vapor, etc.; en una bomba de líquidos se considera sólo las pérdidas en el motor eléctrico, pero no las pérdidas en la bomba, en cañerías, etc. Y así para todos los equipos consumidores de energía.
- Los rendimientos utilizados son estándares obtenidos de bibliografía especializada así como datos de los fabricantes de los equipos. En el Anexo 4 se presentan los rendimientos de base adoptados.
- Para obtener valores de pérdidas de energía más completos y ajustados a la realidad del estado de mantenimiento y operación es necesario realizar auditorías energéticas en profundidad, que exceden ampliamente los alcances de un BEU.

En la siguiente tabla se presentan los rendimientos de utilización promedio por fuentes y usos. En cada celda figura el rendimiento promedio de cada equipo y artefacto que se utiliza en cada uso y fuente, y luego los promedios por uso, por fuentes y el promedio general. Esto dio un resultado del 89,2% de rendimiento promedio total mencionado anteriormente.

Figura N° 27: Tabla de rendimientos de utilización por fuentes y usos 2021 (%).

Usos	GL	DO	LE	BZ	EE	Total
Iluminación					23,1	23,1
Vapor			91,9	89,9		90,0
Calor Directo				75,0	82,9	81,7
Fuerza Motriz			59,5	59,5	88,8	74,7
Frío de Proceso					75,0	75,0
Transporte Interno	18,0	24,0			79,9	25,4
Refrigeración de Ambientes					74,0	74,0
TOTAL	18,0	24,0	89,2	89,4	84,7	89,2

Fuente: Elaboración propia.

Es de destacar el alto rendimiento en producción de vapor, debido a las reparaciones integrales recientes de las calderas, y la disponibilidad de recuperadores de calor y dispositivos de control que mejoran la eficiencia de estas. La casi totalidad de la producción de vapor en los establecimientos relevados del subsector azúcar es en sistemas de cogeneración.

VI.2. Consumo de energía final por tipo de equipo y antigüedad.

En esta sección se presenta el consumo de energía final por tipo de equipo según la antigüedad para los principales usos del subsector y la fuente energética. Se observa en calor directo y fuerza motriz un alto porcentaje de no respuesta con respecto a la antigüedad. Ello es justificado por los entrevistados mencionando la dificultad para

obtener esa información en la industria, particularmente en fuerza motriz debido a la gran cantidad de motores y a la falta de registros de este dato.

En iluminación, las lámparas LED representan el 31,6% del consumo de electricidad en el uso, lo que indica que aún queda un alto porcentaje de sustitución de lámparas de menor eficiencia. Llama la atención el alto porcentaje del consumo en lámparas incandescentes (13,9%).

Figura N° 28: Tabla de consumos en iluminación por tipo de lámpara en Azucareras - Año 2021 (tep).

Tpo de lámpara	Fuente	Total	
LED	EE	67,1	31,6%
Vapor de mercurio	EE	37,1	17,5%
Sodio Alta Presion	EE	35,7	16,8%
Incandescente	EE	29,5	13,9%
Mercurio halogenado	EE	27,4	12,9%
Tubo Fluorescente	EE	8,2	3,9%
Bajo Consumo	EE	6,7	3,1%
Halógena	EE	0,8	0,4%
TOTAL		212,4	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

En relación con el consumo en calderas, es de mencionar que la antigüedad indicada es la original de su instalación, no de la última reparación integral. El 66,3% del consumo de energía (bagazo y leña) es en calderas de más de 10 años de antigüedad.

Figura N° 29: Tabla de consumos en vapor por tipo de caldera y antigüedad en Azucareras - Año 2021 (tep).

Equipo	Fuente	Antigüedad			NS/NC	Total	
		0 a 5 años	6 a 10 años	> a 10 años			
Acuotubular	BZ	12.593	24.355	153.076		190.024	74,3%
Humotubular	BZ	49.093				49.093	19,2%
Acuotubular	LE	120	18	16.666		16.804	6,6%
TOTAL		61.807	24.373	169.742		255.922	100,0%
		24,2%	9,5%	66,3%		100,0%	

Fuente: Elaboración propia.

En los equipos de calor directo en un alto porcentaje (61,5%) no se ha informado la antigüedad.

Figura N° 30: Tabla de Consumos en calor directo por tipo de equipo y antigüedad en Azucareras – Año 2021 (tep).

Equipo	Fuente	Antigüedad			NS/NC	Total	
		0 a 5 años	6 a 10 años	> a 10 años			
Evaporador	EE		37	567	384	988	29,8%
Otros equipo de CD	EE		47		861	907	27,4%
Calentador	EE				574	574	17,3%
Caldera de Agua Caliente	BZ	500				500	15,1%
Secador	EE		35	86	220	341	10,3%
TOTAL		500	119	653	2.038	3.311	100,0%
		15,1%	3,6%	19,7%	61,5%	100,0%	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla de la figura N° 31 se muestran los equipos de fuerza motriz accionados con vapor producido por biomasas (molinos, contadoras de caña, desfibradores, etc.), que representan el 35,8% del consumo final en el uso, característica propia de los ingenios azucareros.

En un alto porcentaje de los equipos eléctricos tampoco se ha informado su antigüedad (19,1% del total del uso).

Figura N° 31: Tabla de consumos en fuerza motriz por tipo de equipo y antigüedad en Azucareras – Año 2021 (tep).

Equipo	Fuente	1 a 5 años	6 a 10 años	>10 años	NS/NC	Total	
Turbina de Vapor	BZ			3.525		3.525	35,8%
Ventiladores	EE	3	247	45	1.332	1.627	16,5%
Motores varios	EE		431	165	822	1.418	14,4%
Turbina de Vapor	LE			1.353		1.353	13,7%
Bombas	EE	26	404	181	375	985	10,0%
Cintas transportadoras	EE		19	16	317	352	3,6%
Molinos	EE	65	172	62		299	3,0%
Compresores	EE	34	8	14	219	275	2,8%
Prensas	EE			4		4	0,0%
Máquinas herramientas	EE			2	1	3	0,0%
TOTAL		128	1.284	5.366	3.065	9.842	100,0%
		1,3%	13,0%	54,5%	31,1%	100,0%	

Fuente: Elaboración propia.

VI.3. Autoproducción de electricidad.

La autoproducción de electricidad en los ingenios azucareros se realiza casi en su totalidad mediante sistemas de cogeneración con turbinas de vapor y además, en grupos diésel que se utilizan en casos de emergencia. En 2021 se generaron 87,8 GWh, lo que representó el 85,1% del consumo total final de electricidad del subsector (103,2 GWh).

La potencia eléctrica instalada en cogeneración fue de 42,5 MW. Los generadores funcionaron en promedio 4.274 horas en 2021, lo que da un factor de planta de 48,3%. El factor de carga promedio de estos generadores resultó de 0,69.

Figura N° 32: Tabla de Autoproducción de electricidad en Azucareras - Año 2021.

Tipo	Potencia (MW)		Generación (GWh)		Consumo (tep)		F. Pta.
Turbina de Vapor	42,5	93,9%	87,7	100,0%	Biomasa	20.298	48,3%
Motor Diésel	2,8	6,1%	0,02	0,0%	DO	3,8	0,06%
TOTAL	45,3	100,0%	87,8	100,0%		20.302	

Fuente: Elaboración propia.

También hay 2,8 MW en equipos diésel, que funcionan en caso de emergencia.

El consumo de combustibles en las calderas de cogeneración fue de bagazo y leña, en un 89,4% y 10,6% respectivamente.

Figura N° 33: Tabla de consumo de combustibles en autoproducción de electricidad en Azucareras - Año 2021 (tep).

Biomosas	tep	
Bagazo	18.138	89,4%
Leña	2.160	10,6%
TOTAL	20.298	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

VI.4 Eficiencia energética.

En la encuesta se realizaron dos preguntas en relación con la implementación de medidas de eficiencia energética en los establecimientos: 1) si habían implementado o tenían intención de implementar en el corto plazo medidas de eficiencia energética; y, 2) cuáles eran las principales barreras que existían para la implementación de las medidas.

Dos medidas básicas para un enfoque integral de la eficiencia energética en los establecimientos industriales han tenido nula o baja implementación: la realización de auditorías energéticas (0% de aplicación) y la implementación de sistemas de gestión de la energía (11%).

No se han instalado equipos para aprovechar la energía solar térmica. Probablemente la producción y gran consumo de bagazo haga que esta medida no sea muy atractiva en los ingenios.

Las restantes medidas han tenido una implementación media-alta, como se observa en el siguiente cuadro, lo que indica el interés existente en el subsector Azúcar por la eficiencia energética.

Figura N° 34: Cuadro de implementación de medidas de eficiencia energética en Azucareras – Año 2021.

Medidas	% Implem.	% Intencion
Mejoras de eficiencia en calderas existentes	67%	33%
Iluminación eficiente	67%	11%
Incorporación de motores eléctricos eficientes	67%	22%
Colocación de variadores de velocidad en motores eléctricos	67%	11%
Incorporación de compresores eficientes	56%	11%
Mejoras de eficiencia en hornos, secadores, calentadores, etc.	44%	22%
Estudios de factibilidad técnico-económica de ahorro de energía	33%	11%
Sistema de Gestión de la Energía (ISO 50001)	11%	22%
Auditorías Energéticas	0%	22%
Utilización de energía solar térmica	0%	11%

Fuente: Elaboración propia.

Complementado lo anterior con la intención de aplicar las medidas en el corto plazo se llegará a un buen grado de implementación de la eficiencia energética. No obstante, queda un cierto potencial de mejora.

En el caso de la eficiencia energética en las calderas, el principal equipo consumidor de energía en los ingenios, entre lo implementado y la intención en el corto plazo se llega al 100% de implementación de esta medida. Aunque ello no implica que no queden potenciales de mejora de eficiencia en estas.

La principal barrera a la eficiencia respondida por los industriales es el costo de implementación de las medidas y la inversión en los equipos eficientes, con el 67% de las respuestas afirmativas. Asociado ello, tanto a la falta de financiamiento como de incentivos (ambos con un 44% de respuestas afirmativas) indicaría que el factor económico-financiero es el principal problema para la implementación de la eficiencia energética en el subsector Azúcar del Paraguay. Se destaca que la segunda barrera en importancia es la falta de normativas legales y técnicas apropiadas, con el 56% de las respuestas afirmativas.

Figura N° 35: Tabla de barreras a la eficiencia energética en Azucareras – Año 2021 (%).

Barreras	Si
Costo de implementación de las medidas e inversión en equipos	67%
Falta de normativas legales o técnicas apropiadas	56%
Falta de incentivos	44%
Falta de financiamiento	44%
Falta de difusión acerca de las tecnologías/equipos para ahorrar energía	33%
Ausencia de empresas de servicios o profesionales capacitados en eficiencia energética	33%
Falta de conocimiento suficiente sobre el tema	11%

Fuente: Elaboración propia.

VII. Consumo de energía en el subsector Biocombustibles.

Al igual que en el subsector azucarero, para los biocombustibles se ha encuestado el universo de estas industrias en el país.

VII.1. Consumo de energía final y útil por fuentes y usos

En el año 2021, el subsector Biocombustibles consumió un total de 332.364 tep de energía final o neta, representando el 25,2% del consumo total del sector Industria de Paraguay (de 1.320,2 ktep. Fuente: BEU 2021).

Figura N° 36: Tabla de consumo de energía final por fuentes y usos en subsector de Biocombustibles – Año 2021 (tep).

Usos	DO	LE	BZ	CA	CO	EE	Total
Iluminación						235	235
Vapor		140.469	149.436	16.637	1.311		307.853
Calor Directo		242					242
Fuerza Motriz		2.260	3.284	299	26	16.670	22.539
Frío de Proceso						222	222
Transporte Interno	202						202
Refrigeración de Ambientes						1.072	1.072
TOTAL	202	142.971	152.720	16.936	1.336	18.199	332.364

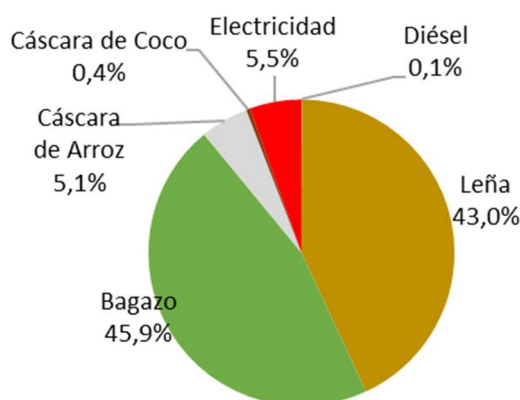
Fuente: Elaboración propia.

La caña de azúcar y el maíz procesados en 2021 en el subsector Biocombustibles, obtenida de las encuestas, fue de 2.379.720 t (siendo 1.368.310 t de caña de azúcar y 1.011.410 t de maíz) y la producción de alcohol de caña y de maíz de 488.524 m³ (75.072 m³ de caña de azúcar y 413.452 m³ de maíz). También se insumieron 12.775 t de aceite bruto y se produjeron 12.286 m³ de biodiésel.

La principal fuente energética del consumo neto es el bagazo, con una cantidad de 152.720 tep representó el 45,9% del total del subsector. El principal consumo neto de bagazo es para la producción de vapor, habiendo cantidades mucho menores para fuerza motriz.

La segunda fuente en importancia del consumo final es la leña con el 43,0% del total consumido. También su principal destino es la producción de vapor, y en mucho menor medida para fuerza motriz y calor directo. Luego, en tercer lugar, la cáscara de arroz significó 5,1% del consumo final del subsector.

Figura N° 37: Participación de las fuentes en el consumo de energía final en el subsector Biocombustibles – Año 2021 (%).



Fuente: Elaboración propia.

De electricidad se consumieron 18.199 tep (211,6 GWh), que representó el 5,5% del consumo final del subsector. Esta electricidad provino en un 66,7% de autoproducción en equipos de cogeneración y el 33,3% restante del servicio público.

Figura N° 38: Tabla de participación de las fuentes en el consumo de energía final en Biocombustibles – Año 2021 (%).

Usos	DO	LE	BZ	CA	CO	EE	Total
Iluminación						100,0	100,0
Vapor		45,6	48,5	5,4	0,4		100,0
Calor Directo		100,0					100,0
Fuerza Motriz		10,0	14,6	1,3	0,1	74,0	100,0
Frío de Proceso						100,0	100,0
Transporte Interno	100,0						100,0
Refrigeración de Ambientes						100,0	100,0
TOTAL	0,1	43,0	45,9	5,1	0,4	5,5	100,0

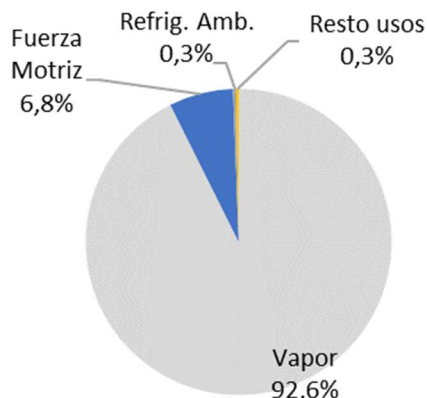
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, los consumos de cáscara de coco y gasoil fueron marginales (0,4% y 0,1% del total respectivamente). La cáscara de coco se consumió en las calderas de cogeneración, junto con la leña y el bagazo, mientras que el gasoil sólo en transporte interno.

El uso predominante en el consumo de energía neta en el subsector Biocombustibles es el vapor, con el 92,6% del total. El segundo uso en importancia es la fuerza motriz

con el 8,8%, y los restantes usos tienen una participación insignificante, como puede apreciarse en el gráfico y cuadro siguientes.

Figura N° 39: Participación de los usos en el consumo de energía final en Biocombustibles – Año 2021 (%).



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 40: Participación de los usos en el consumo de energía final en Biocombustibles - Año 2021 (%)

Usos	DO	LE	BZ	CA	CO	EE	Total
Iluminación						1,3	0,1
Vapor		98,2	97,8	98,2	98,1		92,6
Calor Directo		0,2					0,1
Fuerza Motriz		1,6	2,2	1,8	1,9	91,6	6,8
Frío de Proceso						1,2	0,1
Transporte Interno	100,0						0,1
Refrigeración de Ambientes						5,9	0,3
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia.

El 98,2% de la leña se consume en vapor, el 1,6% en fuerza motriz y el 0,2% en calor directo. Por su parte el 97,8% del bagazo en vapor y el 2,2% restante en fuerza motriz.

El principal destino de la electricidad es la fuerza motriz (91,6% de su consumo final), seguido de refrigeración de ambientes (5,9%). Los restantes usos tienen participaciones menores como se observa en el cuadro anterior.

El consumo total de energía útil en 2021 fue de 298.943 tep, que dividido por el consumo neto total (332.362 tep) da un rendimiento promedio de utilización de la energía en el subsector del 89,9%.

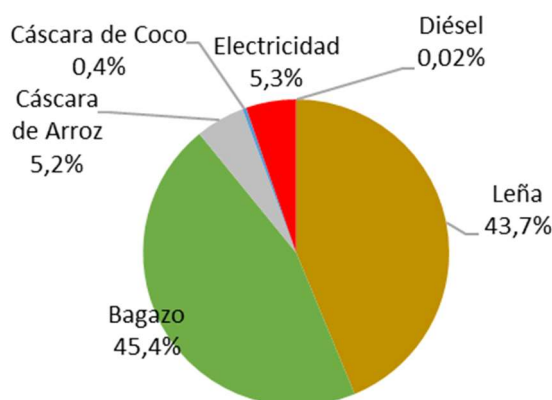
Figura N° 41: Consumo de energía útil por fuentes y usos en el subsector Biocombustibles – Año 2021 (tep).

Usos	DO	LE	BZ	CA	CO	EE	Total
Iluminación						55	55
Vapor		129.214	133.673	15.306	1.206		279.399
Calor Directo		172					172
Fuerza Motriz		1.345	1.954	178	15	14.815	18.307
Frío de Proceso						169	169
Transporte Interno	48						48
Refrigeración de Ambientes						793	793
TOTAL	48	130.731	135.627	15.484	1.221	15.832	298.943

Fuente: Elaboración propia.

Las estructuras de participación del consumo de energía útil son muy similares a las de energía neta descritas precedentemente, como se puede apreciar al comparar los gráficos y cuadros siguientes con los correspondientes en energía final.

Figura N° 42: Participación de las fuentes en el consumo de energía útil en el subsector de Biocombustibles – Año 2021 (%).



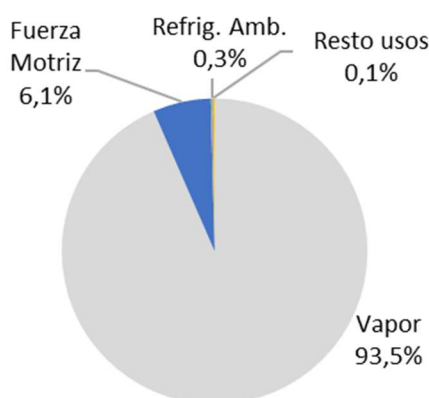
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 43: Tabla de participación de fuentes en el consumo de energía útil en el subsector de Biocombustibles – Año 2021 (%).

Usos	DO	LE	BZ	CA	CO	EE	Total
Iluminación						100,0	100,0
Vapor		46,2	47,8	5,5	0,4		100,0
Calor Directo		100,0					100,0
Fuerza Motriz		7,3	10,7	1,0	0,1	80,9	100,0
Frío de Proceso						100,0	100,0
Transporte Interno	100,0						100,0
Refrigeración de Ambientes						100,0	100,0
TOTAL	0,0	43,7	45,4	5,2	0,4	5,3	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 44: Participación de los usos en el consumo de energía útil en el subsector de Biocombustibles – Año 2021 (%).



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 45: Tabla de participación de los usos en el consumo de energía útil en el subsector de Biocombustibles – Año 2021 (%).

Usos	DO	LE	BZ	CA	CO	EE	Total
Iluminación						0,3	0,0
Vapor		98,8	98,6	98,9	98,7		93,5
Calor Directo		0,1					0,1
Fuerza Motriz		1,0	1,4	1,1	1,3	93,6	6,1
Frío de Proceso						1,1	0,1
Transporte Interno	100,0						0,0
Refrigeración de Ambientes						5,0	0,3
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente cuadro se presentan los rendimientos de utilización promedio por fuentes y usos. En cada celda está el rendimiento promedio de los equipos y artefactos que se utiliza en cada uso y fuente, y luego los promedios por uso, por fuentes y el promedio general. Este dio un resultado del 89,9%.

Figura N° 46: Tabla de rendimientos de utilización por fuentes y usos en el subsector Biocombustibles – Año 2021 (%).

Usos	DO	LE	BZ	CA	CO	EE	Total
Iluminación						23,4	23,4
Vapor		92,0	89,5	92,0	92,0		90,8
Calor Directo		71,0					71,0
Fuerza Motriz		59,5	59,5	59,5	59,5	88,9	81,2
Frío de Proceso						76,1	76,1
Transporte Interno	24,0						24,0
Refrigeración de Ambientes						74,0	74,0
TOTAL	24,0	91,4	88,8	91,4	91,4	87,0	89,9

Fuente: Elaboración propia.

Es de destacar el alto rendimiento en producción de vapor, debido ello a la baja antigüedad de las calderas o a reparaciones integrales recientes, y la disponibilidad de recuperadores de calor y dispositivos de control que mejoran la eficiencia de estas. La totalidad de la producción de vapor en los establecimientos relevados del subsector Biocombustibles es en sistemas de cogeneración.

VII.2. Consumo de energía final por tipo de equipo y antigüedad

En esta sección se presenta el consumo de energía neta por tipo de equipo y fuente energética según la antigüedad para los principales usos del subsector. Se observa en fuerza motriz un alto porcentaje de no respuesta con respecto a la antigüedad. Ello es justificado por los entrevistados en la dificultad para obtener esa información en la industria, particularmente debido a la gran cantidad de motores y a la falta de registros de este dato.

En iluminación, el principal consumo corresponde a las lámparas de vapor de mercurio que representan el 38,8% del consumo de electricidad en el uso. Las lámparas LED ocupan el segundo lugar con el 38,0% del consumo en el uso.

Figura N° 47: Tabla de consumos en iluminación por tipo de lámpara en el subsector Biocombustibles - Año 2021 (tep).

Tpo de lámpara	Fuente	Total	
Vapor de mercurio	EE	91,1	38,8%
LED	EE	89,2	38,0%
Tubo Fluorescente	EE	41,1	17,5%
Sodio Alta Presion	EE	5,2	2,2%
Mercurio halogenado	EE	3,7	1,6%
Mezcladora	EE	3,0	1,3%
Bajo Consumo	EE	1,6	0,7%
TOTAL		234,9	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

En relación con el consumo en vapor, el 59,0% corresponde a calderas de 6 a 10 años de antigüedad y el 29,7% a 5 o menos años.

Figura N° 48: Tabla de consumos en vapor por tipo de caldera y antigüedad del subsector Biocombustible – Año 2021 (tep).

Equipo	Fuente	Antigüedad			NS/NC	Total	
		0 a 5 años	6 a 10 años	> a 10 años			
Acuotubular	LE	84.426	55.754	288		140.469	45,6%
Acuotubular	BZ		55.706	32.252		87.959	28,6%
Humotubular	BZ		59.377	2.100		61.477	20,0%
Acuotubular	CA	6.799	9.837			16.637	5,4%
Acuotubular	CC	312	999			1.311	0,4%
Humotubular	LE			1		1	0,0%
TOTAL		91.538	181.674	34.641		307.853	100,0%
		29,7%	59,0%	11,3%		100,0%	

Fuente: Elaboración propia.

En los equipos de calor directo sólo se han detectados hornos con una antigüedad igual o menor a 5 años.

Figura N° 49: Tabla de consumo en calor directo por tipo de equipo y antigüedad en subsector Biocombustible - Año 2021 (tep).

Equipo	Fuente	Antigüedad			NS/NC	Total	
		0 a 5 años	6 a 10 años	> a 10 años			
Horno	LE	242				242	100,0%
TOTAL		242				242	100,0%
		100,0%				100,0%	

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestran los consumos de electricidad en fuerza motriz por tipo de equipo. El mayor consumo corresponde a bombas accionadas con motores eléctricos (39,6% del uso). Es notorio en este caso la falta de información sobre la antigüedad en el 61,7% del consumo del uso.

Figura N° 50: Tabla de consumos en fuerza motriz por tipo de equipo y antigüedad en el subsector Biocombustibles - Año 2021 (tep).

Equipo	Fuente	Antigüedad			NS/NC	Total	
		0 a 5 años	6 a 10 años	> a 10 años			
Bombas	EE	67	82	912	7.868	8.929	39,6%
Turbina de Vapor	BZ		1.178	2.106		3.284	14,6%
Ventiladores	EE	13	193	308	2.043	2.555	11,3%
Molinos	EE	76	377		1.252	1.705	7,6%
Motores varios	EE	2	186	211	1.234	1.632	7,2%
Cintas transportadoras	EE	6	61	32	1.263	1.363	6,0%
Compresores	EE	5	144		230	378	1,7%
Turbina de Vapor	CA	84	215			299	1,3%
Maquinas herramientas	EE		86		14	100	0,4%
Turbina de Vapor	CC	4	22			26	0,1%
Prensas	EE				6	6	0,0%
Turbina de Vapor	LE	1.041	1.219			2.260	10,0%
TOTAL		1.297	3.762	3.569	13.910	22.539	100,0%
		5,8%	16,7%	15,8%	61,7%	100,0%	

Fuente: Elaboración propia.

VII.3. Autoproducción de electricidad.

La autoproducción de electricidad en Biocombustibles se realiza casi en su totalidad mediante sistemas de cogeneración con turbinas de vapor. En 2021 se generaron 141,13 GWh, lo que representó el 66,7% del consumo total de electricidad del subsector (que fue de 211,6 GWh).

La potencia eléctrica instalada en cogeneración fue de 33,5 MW. Los generadores funcionaron en promedio 6.384 horas en 2021, lo que da un factor de planta de 59%. El factor de carga promedio de estos generadores resultó de 0,58.

Figura N° 51: Tabla de Autoproducción de electricidad en el subsector Biocombustibles – Año 2021.

Tipo	Potencia (MW)		Generación (GWh)		Consumo (tep)		F. Pta.
Turbina de Vapor	37,5	92,9%	141,13	100,0%	Biomasa	23.765	59,0%
Motor Diésel	2,9	7,1%	0,04	0,0%	DO	9	0,17%
TOTAL	40,3	100,0%	141,17	100,0%		23.773	

Fuente: Elaboración propia.

También hay 2,9 MW en equipos diésel, que funcionan en caso de emergencia.

El consumo final de biomasa en las calderas de cogeneración fue de 23.765 tep, con la siguiente participación: leña 63,5%; bagazo 29,7%; cáscara de arroz 6,4%; y cáscara de coco el 0,4% restante.

Figura N° 52: Tabla de consumo de fuentes en autoproducción de electricidad en subsector Biocombustibles 2021 (tep).

Biomosas	tep	
Leña	15.099	63,5%
Bagazo	7.051	29,7%
Cáscara de arroz	1.515	6,4%
Cáscara de coco	100	0,4%
TOTAL	23.765	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

VII.4 Eficiencia energética.

En las encuestas se realizaron dos preguntas en relación con la implementación de medidas de eficiencia energética en los establecimientos: 1) si habían implementado o tenían intención de implementar medidas de eficiencia energética; y, 2) cuáles eran las principales barreras que existían para la implementación de las medidas.

En el caso de los Biocombustibles, no se han implementado sistemas de gestión de la energía que le dan un enfoque integral a la eficiencia energética. En el corto plazo, sólo 14% respondió que tiene intención de implementarlos.

Al igual que en el subsector Azúcar, no se han instalado equipos para aprovechar la energía solar térmica.

Las restantes medidas han tenido una implementación alta o media. No obstante, siempre existirán potenciales de mejoras a la eficiencia energética debido a los avances tecnológicos y/o la implementación de sistemas de gestión de la energía.

Figura N° 53: Tabla de implementación de medidas de eficiencia energética en subsector Biocombustibles – Año 2021 (%).

Medidas	% Implem.	% Intencion
Mejoras de eficiencia en calderas existentes	86%	0%
Mejoras de eficiencia en hornos, secadores, calentadores, etc.	86%	0%
Iluminación eficiente	86%	0%
Colocación de variadores de velocidad en motores eléctricos	86%	0%
Incorporación de compresores eficientes	86%	0%
Estudios de factibilidad técnico-económica de ahorro de energía	57%	29%
Auditorías Energéticas	43%	0%
Incorporación de motores eléctricos eficientes	43%	0%
Sistema de Gestión de la Energía (ISO 50001)	0%	14%
Utilización de energía solar térmica	0%	0%

Fuente: Elaboración propia.

La principal barrera a la eficiencia respondida por los industriales del subsector biocombustible es la falta de financiamiento, la falta de incentivos y el costo de implementación (cada una con un 43% de respuestas afirmativas); ello indicaría que el tema económico-financiero es el principal problema para la implementación de la eficiencia energética en el subsector Biocombustibles del Paraguay.

Figura N° 54: Tabla de barreras a la eficiencia energética en el subsector Biocombustibles – Año 2021 (%).

Barreras	Si
Falta de incentivos	43%
Costo de implementación de las medidas e inversión en equipos	43%
Falta de financiamiento	43%
Ausencia de empresas de servicios o profesionales capacitados en eficiencia energética	29%
Falta de conocimiento suficiente sobre el tema	14%
Falta de difusión acerca de las tecnologías/equipos para ahorrar energía	14%
Falta de normativas legales o técnicas apropiadas	14%

Fuente: Elaboración propia.

VIII. Conclusiones y recomendaciones

VI.1. Conclusiones

- Aspectos destacables en los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la encuesta:
- Los datos obtenidos a partir del proceso de relevamiento de la información mediante la ejecución de las encuestas sobre el consumo energético en las actividades de Azúcar y Biocombustibles constituyen un elemento esencial para el mejoramiento de la estadística energética del Paraguay. En particular los datos relativos al consumo por usos de la energía de productos como la leña, el bagazo y otros productos de la biomasa adquieren relevancia por su participación estructural en el consumo energético del sector industrial. En el caso de la actividad Azúcar, la biomasa alcanza el 96,6 % del consumo final del subsector, mientras que para Biocombustibles esta proporción resulta del 94,5%.
- La información obtenida a partir de la encuesta aplicada referente a los procesos de producción de alcohol combustible y biodiesel constituyen un elemento esencial no solo para el mejoramiento de la calidad del dato estadístico, sino que contribuye además a visibilizar procesos importantes a los fines de los objetivos del desarrollo sostenible y una matriz energética baja en emisiones de carbono.
- Toda la información relativa a las características específicas sobre los diferentes usos de la energía en las actividades de Azúcar y Biocombustibles, así como las características específicas en relación a los equipos de utilización, constituyen elementos básicos que pueden contribuir al diseño y/o la actualización de acciones para optimizar el uso de la energía del Paraguay, a tono con los lineamientos de la Política Energética 2040, el Plan Nacional de Desarrollo 2030 y las Políticas y Planes específicos en el área ambiental y social. En este sentido destaca la información relativa a los niveles de rendimiento en el paso de energía neta a energía útil, en torno al 90 % para ambas actividades.
- Los resultados obtenidos a partir de la Sección XIII del cuestionario “Uso Eficiente de la Energía y Renovables” muestran los avances, limitaciones y barreras que tienen las unidades encuestadas en cuanto a la gestión eficiente del consumo de energía. Estos resultados deben servir de pauta para direccionar

las acciones nacionales en cuanto al mejoramiento de la Eficiencia Energética y el apoyo al sector productivo nacional a fin de alcanzar un mayor nivel en la gestión de la energía en la empresa.

- Aspectos destacables que permitieron una gestión eficiente y eficaz en el desarrollo de la consultoría:
- Un aspecto destacable que resultó decisivo en la gestión de la consultoría lo constituye la estrecha cooperación interinstitucional entre el VMME-MOPC y otros actores claves dentro y fuera del sector, lo que permitió hacer más expeditivo el cumplimiento de las diferentes etapas del proceso. En este sentido cabe mencionar el apoyo recibido de parte del Instituto Nacional de Estadística (INE) en lo que se refiere al diseño de la muestra a encuestar así como de parte de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE) en lo que se refiere a la logística para el trabajo en el terreno por parte de los encuestadores. A ello se agregaría el apoyo recibido de la Unión Industrial Paraguaya (UIP) en lo concerniente a concientizar a las unidades del sector sobre la importancia de este trabajo.
- Aspectos negativos:
- A pesar de calificar de satisfactoria la disposición de las unidades seleccionadas para ser encuestadas, en muchos casos parte de las preguntas contenidas en el cuestionario no pudieron ser respondidas por parte de las unidades, particularmente aquellas relativas a aspectos técnicos puntuales. Diversos motivos pueden incidir en ello: la persona designada para la entrevista no era la más adecuada, no había registros primarios implementados por parte de la empresa, no había una cultura energética integrada a la gestión empresarial y otras. Cualesquiera que fueran las razones, se puede concluir que aún existe en el sector industrial paraguayo un alto margen de potencialidades para incrementar los niveles de eficiencia energética y el uso racional de la energía, el que se irá aprovechando en la medida que el sector empresarial se involucre en acciones concretas hacia esa dirección.

VI.2. Recomendaciones:

- Trabajos sobre objetivos específicos como el realizado por la consultoría deben ser realizados periódicamente priorizando aquellos componentes de la matriz energética que por su peso o complejidad lo requieren. En este sentido se recomienda al VMME-MOPC incorporar en sus Planes de Trabajo y el Presupuesto Institucional este tipo de investigación, la que está alineada con el Objetivo Específico N° 7 de la Política Energética de la República del Paraguay: “Sistematizar la gestión de datos, información, documentación y planificación del Sector”.
- Por razones de procedimiento, técnicas aplicadas y otras, los datos resultados de la consultoría pudieran diferir en cierto grado con los registrados en la estadística energética nacional. Se recomienda realizar un análisis detallado de los datos obtenidos como resultado de la consultoría y proceder a valorar y si fuera procedente ajustar, los datos oficiales contenidos en la estadística energética nacional, en particular el BEN 2021.
- Los resultados de este estudio constituyen un diagnóstico descriptivo inicial de la producción y consumo de energía en los subsectores de Azúcar y de

Biocombustible. Sobre esta base deben continuarse investigaciones adicionales, como ser diagnósticos o auditorías energéticas, para poder implementar acciones efectivas que mejoren la eficiencia energética en los establecimientos de estos subsectores.

- Estudiar en detalle los resultados de la sección XIII del cuestionario “Uso Eficiente de la Energía y Renovables” en que se muestran los avances, limitaciones y barreras que han sido identificadas. Ello resultará un elemento importante para la gestión de la Eficiencia Energética, y en particular para las acciones que desarrolla el Comité Nacional de Eficiencia Energética (CNEE).

IX. Bibliografía

BANCO CENTRAL DEL PARAGUAY. “Boletín Comercio Exterior Año 1961 – 2021”. Paraguay.

DIRECCIÓN NACIONAL DE ADUANAS, Paraguay. “Planilla Importaciones / Exportaciones de carbón vegetal”. Sistema Sofía. Paraguay.

FUNDACIÓN BARILOCHE/ITAIPU BINACIONAL/UNIVERSIDAD CORPORATIVA ITAIPU/PARQUE TECNOLOGICO ITAIPU, Paraguay. “Elaboración de la Prospectiva Energética de la República de PARAGUAY 2013-2040”. Paraguay.

FUNDACIÓN BARILOCHE/ITAIPU BINACIONAL/UNIVERSIDAD CORPORATIVA ITAIPU/PARQUE TECNOLOGICO ITAIPU, INSTITUTO DE COMUNICACIÓN Y ARTE, Paraguay. “Balance Nacional en Energía Útil 2011”. Paraguay.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO/DIRECCIÓN GENERAL DE COMBUSTIBLES, Paraguay. “Informe de Combustibles MIC - Año 2020”. Paraguay.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES / VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, Paraguay. “Balance Nacional de Energía en Términos de Energía Final 2020”. Paraguay.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTEIBLE, Paraguay. “Tercer Informe Bienal de Actualización a la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (IBA-3)”. Paraguay.

ANEXO 1 – Cuestionario

República del Paraguay
Viceministerio de Minas y Energía



ENCUESTA SOBRE CONSUMO Y USOS DE LA ENERGÍA DEL SECTOR INDUSTRIAL - Azúcar y Biocombustibles

Esta encuesta es de suma importancia para el diseño de la Política Energética Nacional. La información obtenida tiene solo fines estadísticos y la confidencialidad se garantiza por la Ley 6.670/2020

DATOS DEL AÑO 2021

Nº de Encuesta: -

Identificación del Establecimiento

Nombre o razón social: _____
 Actividad Principal: _____
 Actividades Secundarias: _____

Tamaño	
Muy Grande	<input type="text"/> 1
Grande	<input type="text"/> 2
Mediano	<input type="text"/> 3
Pequeño	<input type="text"/> 4

Código CIU - Rev. 4: (No completar en terreno)

Ubicación geográfica del Establecimiento:

Dirección: _____
 Barrio/Localidad: _____ Distrito: _____
 Departamento: _____ Teléfono: _____
 Coordenadas Geográficas: S: - E: -

Nombre del Informante: _____ Cargo: _____
 Tel./celular: _____ E-mail: _____

(No completar en terreno)		NOMBRE	FIRMA	FECHA
Encuestador/a				
Supervisor/a				
Crítico/a / Digitador/a				
Resultado	A			
	R			
Motivo del rechazo:		Información incompleta	Inconsistencias	

A: aceptada; R: rechazada

1

I. PERSONAL OCUPADO Y PRODUCCIÓN

1 Personal ocupado total promedio mensual:

personas

Indicar el promedio mensual. Incluye todas las categorías (propietarios, directivos, profesionales, empleados, etc.); tanto permanentes como temporarios; en relación de dependencia o no.

2 ¿Cuál es el régimen de producción de la planta?:

Periodo de producción ⁽¹⁾	
Alta	Baja
Horas por día	
Días por semana	
Semanas al año	

⁽¹⁾ Si la producción tiene una marcada estacionalidad diferencie los periodos de alta y baja producción. Si no es así, complete los datos anuales en la columna de 'Alta'.

3 Materias primas utilizadas en 2021:

(Sólo las principales utilizadas para la obtención de los productos elaborados)

	TIPO	Unidad de medida ^(A)	CANTIDAD ANUAL UTILIZADA	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO
1				
2				
3				
4				
5				

(A) Indicar la unidad corrientemente utilizada: t, m³, litros, etc.

4.a Productos y subproductos principales obtenidos en 2021:

	TIPO	Unidad de medida ^(A)	CANTIDAD ANUAL PRODUCIDA	DESTINO (%)		CAPACIDAD INSTALADA ANUAL	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO
				Mercado Interno	Mercado Externo		
	PRODUCTOS PRINCIPALES						
1							
2							
3							
4							
5							
	SUBPRODUCTOS PRINCIPALES						
1							
2							
3							
4							
5							

(A) Indicar la unidad corrientemente utilizada: t, m³, litros, etc.

Observaciones:

2A

4.b Breve descripción de los procesos productivos desarrollados en el establecimiento:

Explique brevemente los procesos físicos y químicos a los que es sometida la materia prima en la planta hasta la obtención de los productos y sub-productos finales. Refiera procesos tales como molienda, lavado, secado, cocción, fermentación, prensado, destilación, concentración, envasado, etc. Si es posible incluya uno o más diagramas de flujo (de acuerdo a los procesos productivos existentes) con la secuencia y tratamiento que sigue la materia prima, insumos incorporados y los productos y subproductos obtenidos. No olvide incluir el proceso de producción de alcohol. Si tiene material impreso, por favor adjúntelo a la encuesta.

2B

II. CONSUMO DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES

5.a Compra mensual de Electricidad en 2021:

Mes	Energía Activa (kWh)
Enero	
Febrero	
Marzo	
Abril	
Mayo	
Junio	
Julio	
Agosto	
Septiembre	
Octubre	
Noviembre	
Diciembre	
Total	

Para más de un contador, llenar los otros detrás de la hoja.

5.b Potencia contratada actual:
 kW

6 Consumo de Combustibles en 2021:

No incluir el consumo de combustibles de los vehículos que salen del establecimiento como automóviles, camionetas, camiones, etc.

Combustible	Compras o consumo anual	Unidad (A)	Otra unidad de medida
Gas Licuado		kg	
Kerosene		l	
Nafta		l	
Diesel o Gasoil		l	
Fuel Oil		kg	
Carbón Mineral		kg	
Coque de Petróleo		kg	
Leña		kg	
Carbón Vegetal		kg	

Otros (especificar):

(A) Si la unidad de medida fuera distinta a la indicada, tache esta y ponga la utilizada a la derecha.

7 ¿Produce y/o consume algún residuo energético?:

(Ej.: bagazo, biogas, aserrín, cáscara de café, carozo o cascarilla de coco, cáscara de arroz, etc.)

<input type="checkbox"/>	NO → Pase a 8
<input type="checkbox"/>	SI

Tipo de Residuo	Unidad de medida (A)	Producción	Consumo como fuente energética

(A) Tonelada, litros, m³, etc.

Observaciones:

3

III. PRODUCCIÓN DE VAPOR

8 ¿Utilizan calderas para la producción de vapor?

NO → Pase a 9

SI

Concepto		Unidad	Caldera 1	Caldera 2	Caldera 3	Caldera 4
Tipo de caldera ^(A)		tipo				
Antigüedad		años				
Año del último overhaul (reparación integral)		año				
Producción promedio de vapor		kg vapor/h				
Presión del vapor producido		^(B)				
Uso anual de la caldera	Horas por día	cantidad				
	Días por semana	cantidad				
	Semanas por año	cantidad				
COMBUSTIBLES USADOS	Combustible principal 1	nombre				
	Combustible alternativo 2	nombre				
	Porcentaje del tiempo usando 1	%				
	Porcentaje del tiempo usando 2	%				
	Consumo por hora de 1	^(C)				
	Consumo por hora de 2	^(C)				
¿Tiene economizador?		Si/No				
¿Precalienta el aire de combustión?		Si/No				
¿Control automático aire combustión?		Si/No				
¿Recupera condensado?		Si/No				
¿Cogenera electricidad y/o fuerza motriz?		Si/No				

(A) Acuotubular (ACUO); Piro tubular o Humotubular (HUMO). (B) Kg/cm², psi, bar, atmósferas, etc.

(C) lb/h, gal/h, kg/h, m³/h, kcal/h, BTU/h, etc.

Observaciones:

IV. CALOR DIRECTO (hornos, calentadores, calderas de agua caliente, evaporadores, secadores, reactores, autoclaves, etc.)

9 ¿Utilizan algún equipo para producir calor directo?

(Sólo equipos con combustible o electricidad como fuente de calor. Agrupe los equipos de iguales características y uso)

NO → Pase a 10
 SI

Si tiene más de 5 equipos de CD utilice otra hoja

Concepto	Unidad	Equipo 1						Equipo 2						Equipo 3						Equipo 4						Equipo 5					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Tipo de equipo ^(A)	tipo																														
Cantidad de equipos iguales o muy similares	n°																														
Antigüedad promedio	años																														
Año del último overhaul (reparación integral)	año																														
Producto obtenido	especificar																														

Datos por equipo individual:

Potencia calórica	(B)																															
Temperatura de trabajo	(C)																															
Uso anual del equipo	Horas por día	cantidad																														
	Días por semana	cantidad																														
	Semanas por año	cantidad																														
ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES USADOS	Combustible principal 1 (o Electricidad) ^(D)	nombre																														
	Combustible alternativo 2	nombre																														
	Porcentaje del tiempo usando 1	%																														
	Porcentaje del tiempo usando 2	%																														
	Potencia o consumo por hora de 1	(E)																														
	Potencia o consumo por hora de 2	(E)																														
Precalienta el aire de combustión?	Si/No																															
Control automático del aire de combustión?	Si/No																															

(A) Elegir el número correspondiente: 1 - Horno, 2 - Calentador, 3 - Caldera de agua caliente, 4 - Evaporador, 5 - Secador, 6 - Otros; (B) kcal/h, BTU/h, etc.; (C) °F o °C

(D) Se refiere a la fuente energética principal, no la utilizada para mecanismos auxiliares como ventiladores, bombas, etc. (E) kW, W, gal/h, lb/h, m³/h, kg/h, etc.

Observaciones: _____

5

V. FUERZA MOTRIZ FIJA

10 Liste todos los motores eléctricos en utilización:

Agrupe equipos de igual o similar potencia y utilización anual.

	Equipo que acciona ^(A) (Encerrar con un círculo la opción correspondiente)								Cant. de motores (n°)	Potencia unitaria		Utilización anual			Antigüedad (años)	(A) Clasificar los equipos en los sig. tipos: 1 - Bombas 2 - Ventiladores 3 - Compresores 4 - Cintas transportadoras 5 - Máq. herramientas ^(*) 6 - Prensas 7 - Molinos 8 - Otros tipos
	1	2	3	4	5	6	7	8		Valor	Unidad ^(B)	horas/ día	días/ semana	semanas / año		
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																

(B) kW ó HP.

11 ¿Utilizan máquinas térmicas para fuerza motriz fija (motores de combustión interna, turbinas, etc.) ?

NO → Pase a 12
 SI

(Agrupe equipos de iguales características y uso. NO INCLUYA aquí equipos de generación eléctrica)

Concepto	Unidad	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4
Tipo de máquina ^(A)	tipo				
Uso o equipo que acciona ^(B)	especificar				
Cantidad de equipos iguales	n°				
Antigüedad promedio	años				
Datos por equipo individual:					
Potencia	^(C)				
Fuente energética ^(D)	especificar				
Consumo por hora	^(E)				
Uso anual	Horas por día	cantidad			
	Días por semana	cantidad			
	Semanas por año	cantidad			

(A) Motor otto, motor diesel, turbina de vapor, turbina de gas. (B) Bomba, compresor, molino, etc.

(C) HP, CV, kW, etc. (D) Diesel, nafta, vapor, etc. (E) lb/h, gal/h, kg/h, m³/h, kcal/h, BTU/h etc.

Observaciones:

VI. FUERZA MOTRIZ MÓVIL (Transporte interno)

12 ¿Utilizan vehículos para el movimiento de cargas dentro del establecimiento? NO → Pase a 13

Ejemplo: autoelevadores, tractores, camiones, grúas móviles, etc. NO INCLUIR vehículos que salen del establecimiento, como automóviles, camionetas, camiones, etc. SI

	Tipo de vehículo	Cant. de vehic. (n°)	Potencia unitaria		Fuente energética	Utilización anual			Antigüedad (años)
			Valor	Unidad (A)		horas/día	días/semana	semanas/año	
1									
2									
3									
4									
5									

(A) HP, CV, kW, etc.

VII. FRÍO DE PROCESO

13 ¿Utilizan equipos de frío en el proceso industrial? NO → Pase a 14 SI No incluir Refrigeración de Ambientes.

(Agrupe equipos de iguales características y uso)

Concepto	Unidad	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4
Tipo de compresor (A)	tipo				
Cant. de equipos iguales	n°				
Antigüedad promedio	años				
Carga enfriada	especificar				
Datos por equipo (individual):					
Capacidad de frío	(B)				
Temperatura de frío	°C				
Potencia del motor	(C)				
Uso anual	Horas por día (D)	cantidad			
	Días por semana	cantidad			
	Semanas por año	cantidad			

(A) Alternativo (o de pistón), Rotativo (de tornillo, de paletas), Scroll, Centrifugo, Absorción.

(B) Indicar la unidad: toneladas de refrigeración, frigorías/h, BTU/h, etc.

(C) Indicar la unidad: kW, HP, CV, etc.

(D) Indicar horas totales diarias que el equipo está produciendo frío.

VIII. PROCESOS ELECTROQUÍMICOS

14 ¿Tienen algún proceso electroquímico? NO → Pase a 15

SI

	Tipo de proceso	Potencia efectiva media (kW)	Utilización anual			Antigüedad (años)
			horas/día	días/semana	semanas/año	
1						
2						
3						

Observaciones:

7

IX. ILUMINACIÓN

15 Indique los datos sobre iluminación según los sectores del establecimiento:

(Agrupe las lámparas de un mismo tipo, potencia y utilización anual)

		Tipo de lámpara ^(A)	Cantidad de lámparas (n°)	Potencia unitaria (W)	Utilización anual		
					horas/día	días/semana	semanas/año
PLANTA INDUSTRIAL y DEPOSITOS	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
OFICINAS, COMEDOR, VESTUARIOS, etc.	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
EXTERIORES	1						
	2						
	3						
	4						
	5						

(A) Tubos fluorescente, de bajo consumo, LED's, Incandescente, vapor de mercurio, sodio alta presión, sodio baja presión, halógena, mezcladora, etc.

X. REFRIGERACIÓN DE AMBIENTES

16 Indique los equipos que utilice para refrigeración de ambientes:

	Tipo de equipo ^(A)	Cant. de equipos (n°)	Potencia unitaria		Utilización anual		
			Valor	Unidad ^(B)	horas/día	días/semana	semanas/año
1							
2							
3							
4							
5							

(A) Individual o central.

(B) Indicar la unidad: toneladas de refrigeración, frigorías/h, BTU/h, etc.

Observaciones:

XI. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

17 ¿Utiliza energía solar térmica? NO → Pase a 18

SI

Tecnología	Sup. total de captación (m ²)	Volumen tanque almac. (l)	Temp. de calentam. (°C)	Porcentaje de Uso ^(A)		Antigüedad (años)
				PRODUCTIVO	NO PRODUCTIVO	
Panel plano				%	%	
Tubos de vacío				%	%	
Concentradores				%	%	
Otra (especificar):						
				%	%	
				%	%	

(A) Estimar qué porcentaje se destina al proceso productivo y qué porcentaje a usos no productivos.

XII. AUTOPRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD

18 ¿El establecimiento tiene planta eléctrica propia o algún otro sistema de generación de electricidad en particular? :

NO → Pase a 19

SI

TIPO DE PLANTA O GENERADOR ELÉCTRICO	POTENCIA		FRECUENCIA DE USO			HORAS DE USO ANUAL		
	VALOR	1. kW 2. HP	1. Permanente			horas / día	días / semana	semanas / año
			1	2	3			
1. TURBINA DE VAPOR		1 2						
2. MOTOR A NAFTA		1 2	1	2	3			
3. MOTOR DIESEL		1 2	1	2	3			
4. FOTOVOLTAICA		1 2						
5. EÓLICO		1 2						
6. Otro ^(*) :		1 2	1	2	3			
7. Otro ^(*) :		1 2	1	2	3			

(*) especifique

Energía generada en 2021: MWh

Observaciones:

XIII. USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y RENOVABLES

19 ¿Ha implementado o tienen intención de implementar en el corto plazo alguna de las siguientes medidas de uso eficiente de la energía y uso de renovables ?

Medidas de uso eficiente y renovables	Implementado		Intención en corto plazo ^(A)	
	NO	SI	NO	SI
1 Sistema de Gestión de la Energía (ISO 50001)				
2 Auditorías energéticas				
3 Estudios de factibilidad técnico-económica de ahorro de energía				
4 Utilización de energía solar térmica				
5 Mejoras de eficiencia en calderas existentes				
6 Mejoras de eficiencia en hornos, secadores, calentadores, etc.				
7 Iluminación eficiente				
8 Incorporación de motores eléctricos eficientes				
9 Colocación de variadores de velocidad en motores eléctricos				
10 Incorporación de compresores eficientes				
Otras? (especificar):				

^(A) Menos de 3 años.

20 ¿Cuáles son las principales barreras u obstáculos que observa para la implementación de medidas de uso eficiente de la energía en la industria?

Marcar con X

1 Falta de conocimiento suficiente sobre el tema	
2 Falta de difusión acerca de las tecnologías/equipos para ahorrar energía	
3 Falta de incentivos	
4 Ausencia de empresas de servicios o profesionales capacitados en eficiencia energética	
5 Costo de implementación de las medidas e inversión en equipos	
6 Falta de financiamiento	
7 Falta de normativas legales o técnicas apropiadas	
Otras, cuáles?:	
Ninguna	

Observaciones: _____

FIN DE LA ENCUESTA

10

ANEXO 2 – Manual del Encuestador



República del Paraguay
Viceministerio de Minas y Energía

ENCUESTA SOBRE CONSUMOS Y USOS DE LA ENERGÍA DEL SECTOR INDUSTRIAL
Subsectores: Azúcar y Biocombustibles

Manual del Encuestador

Asunción, mayo de 2022.

INDICE

INFORME FINAL 2

Índice	3	
Índice de Figuras		4
Acrónimos		6
I. Introducción	7	
II. Objetivos	7	
III. Antecedentes. El Balance de Energía Nacional.	7	
IV. Diagnóstico sobre el Consumo de biomasa y la producción energética del Sector Industrial de Paraguay.	10	
IV.1 Contexto General.	10	
IV.2 Antecedentes del consumo de biomasa en el Sector Industrial.	11	
IV.3 La producción de energía en el Sector Industria.	12	
IV.4 Consumo Final del Sector Industria.	15	
V. Producción de biomasa y biocombustibles en Azucareras, Alcoholeras y plantas de Biodiesel.	19	
V.1 Producción de bagazo.	19	
V.2 Plantas de biodiesel	20	
VI. Diagnóstico sobre el consumo energético y producción de energía en azucareras.	20	
VI.1 Consumo de energía final y útil por fuentes y usos en azucareras.	21	
VI.2. Consumo de energía final por tipo de equipo y antigüedad.	25	
VI.3. Autoproducción de electricidad.	27	
VI.4 Eficiencia energética.	28	
VII. Consumo de energía en el subsector Biocombustibles.	29	
VII.1. Consumo de energía final y útil por fuentes y usos	29	
VII.2. Consumo de energía final por tipo de equipo y antigüedad	34	
VII.3. Autoproducción de electricidad.	35	
VII.4 Eficiencia energética.	36	
VIII. Conclusiones y recomendaciones	37	
VI.1. Conclusiones		37
VI.2. Recomendaciones:		38
IX. Bibliografía	39	
ANEXO 1 – Cuestionario	40	
ANEXO 2 – Manual del Encuestador	51	



ANEXO 3

72

ANEXO 4

73

INTRODUCCIÓN

La Encuesta Nacional sobre Consumos y Usos de la Energía en el sector Industrial, subsectores Azúcar y Biocombustibles, se realiza en el marco del Proyecto “Elaboración del Balance de Energía en Términos de Energía Útil para los sectores Industria, Residencial, Transporte y/o Comercial”, en ejecución bajo la órbita del Viceministerio de Minas y Energía de la República Paraguay; con financiamiento del Programa EUROCLIMA+, el apoyo del Banco Interamericano de y la asistencia técnica de Fundación Bariloche (Argentina).

La información obtenida de la Encuesta Nacional sobre Consumos y Usos de la Energía permitirá elaborar el Balance Nacional en Energía Útil; y, entre otras cosas, realizar estudios tendientes a mejorar la calidad del suministro de electricidad y combustibles, así como diseñar programas para el ahorro de energía de modo que sea posible reducir los costos que pagan las industrias manteniendo la cantidad de energía útil para satisfacer sus necesidades de iluminación, calor de proceso, fuerza motriz fija y móvil, frío de proceso, refrigeración y ventilación de ambientes y otros usos.

La Encuesta sobre Consumos y Usos de la Energía en el Sector Industrial permitirá obtener el consumo de energía por fuentes y usos y así posteriormente realizar estudios y definir políticas para asegurar, en calidad y cantidad, el suministro de electricidad y de combustibles para el desarrollo de las actividades manufactureras; y también diseñar programas para el uso eficiente de la energía.

Los establecimientos industriales para relevar han sido seleccionados al azar, mediante un procedimiento estadístico, por lo que cada uno de ellos es representativo de un conjunto mucho mayor de establecimientos. Esto resalta la importancia de la colaboración de los directivos del establecimiento a relevar como también de la veracidad de los datos informados.

La información obtenida nunca será presentada individualmente sino en conjunto, de modo que no se pueda individualizar al establecimiento encuestado; en un todo de acuerdo con la legislación estadística nacional y al secreto estadístico previsto en la LEY 6670/2020.

Esta Encuesta no tiene fines impositivos ni de investigación, como tampoco tiene por objeto determinar futuros aumentos de los precios y tarifas de la energía. Por el contrario, es de esperar que las recomendaciones y medidas que surjan de estos estudios contribuyan, en el mediano y largo plazo, a reducir los costos que paga la industria por la energía.

Este Manual tiene como objetivo proporcionar los conocimientos e instrucciones necesarias para que los encuestadores manejen en forma fluida el cuestionario y el modo de registrar los datos. El mismo será utilizado como texto básico en el curso de capacitación y constituye un documento de consulta permanente durante el desarrollo del trabajo de campo.

1. OBJETIVOS DE LA ENCUESTA

1.1 Objetivo General

Obtener información sobre el consumo y usos de la energía en los subsectores Azúcar y Biocombustibles, necesaria para mejorar el abastecimiento y utilización de la energía en las mismas y para obtener un adecuado diagnóstico de estos subsectores por su importancia en el sector energético del País.

1.2 Objetivos Específicos

Para cada subsector, se persiguen los siguientes objetivos específicos:

- conocer qué fuentes energéticas se producen, se utilizan y en qué cantidades;

- identificar a qué finalidad se destina cada fuente, es decir los usos de la energía;
- conocer la eficiencia de utilización de cada fuente energética en cada uso y equipo, para detectar las oportunidades de ahorro energético;
- elaborar el Balance de Energía Útil del sector;
- detectar las oportunidades de sustitución entre fuentes energéticas para favorecer la utilización de aquellas de mayor calidad, menor costo e impacto ambiental; y,
- suministrar información de base necesaria para la planificación energética del País.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA ENCUESTA INDUSTRIAL

2.1 Unidad de análisis

La unidad sobre la cual se capta información es el establecimiento industrial, es decir, todo lugar físico donde se elaboren productos con fines comerciales a partir de la transformación de materias primas mediante procesos de cualquier tipo. La información que relevar se refiere exclusivamente al establecimiento industrial seleccionado y no a la empresa, ya que una empresa puede tener más de un establecimiento.

2.2 Cobertura

- a) Cobertura geográfica: la encuesta se realizará en todo el ámbito nacional
- b) Cobertura temporal: la información a relevar del establecimiento industrial corresponde al año 2021.
- c) Cobertura temática: la cobertura temática de la investigación se centra en el estudio de las modalidades del consumo y usos de todas las fuentes de energía y de su relación con la actividad industrial.

2.3 Método de la Entrevista

Se sugiere, en líneas generales, seguir el siguiente procedimiento para las entrevistas y el llenado del cuestionario, aunque el mismo deberá adaptarse a cada establecimiento en particular:

1. Para los Establecimientos de tamaños Muy Grande, Grande y Mediano se realizarán dos visitas. En la primera entrevista se entregará el cuestionario al funcionario del establecimiento, se le explicará el contenido de este, y se acordará la fecha de la segunda entrevista en un plazo aproximado de una semana.
En la segunda entrevista, el encuestador verificará que el cuestionario esté correctamente respondido y se completarán aquellos puntos que hayan quedado pendientes.
2. Para los Establecimientos de tamaño Pequeño, se realizará una única entrevista donde el encuestador relevará los datos solicitados entrevistando directamente al responsable del Establecimiento.

Para los establecimientos pequeños de aproximadamente más de 10-15 empleados, y que tengan una gran cantidad de equipos consumidores de energía, pueden ser necesario dos visitas como en los más grandes.

2.4 Informante Principal

Será el gerente general o dueño del establecimiento, responsables de mantenimiento, o el personal técnico y administrativo que designen los directivos del establecimiento.

2.5 Niveles de inferencia

Los resultados de la Relevamiento tendrán los siguientes niveles de inferencia:

- Nivel 1 - Estratificación por subsector:
 1. Azúcar
 2. Biocombustibles

- Nivel 2 - Estratificación por tamaño del establecimiento:
 - Muy Grande
 - Grande
 - Mediano
 - Pequeño

3. DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS

3.1 Conceptos básicos sobre energía

El concepto clásico de energía la define como aquello que es capaz de producir un cambio o transformación sobre la materia. Dos formas básicas de energía son el movimiento de los cuerpos (trabajo) y la elevación de la temperatura (calor). Otras formas muy comunes son la iluminación y la disminución de la temperatura (producción de frío). El sonido, las comunicaciones y el procesamiento de información también requieren la utilización de energía.

La energía se manifiesta de diversas formas: mecánica, calórica, química, potencial, ondas electromagnéticas; y es posible la transformación o conversión de unas formas a otras. Estas transformaciones se rigen por el 1º Principio de la Termodinámica “la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma”. Y ello es lo que hace posible que la energía permita atender distintas necesidades como iluminación, calor de proceso, fuerza motriz, frío de proceso, acondicionamiento de ambientes, etc.

Las unidades en que se miden las cantidades de energía se derivan de la física: el kilográmetro (kgm= 1 kg x 1 m), el joule, la caloría, la unidad térmica inglesa (BTU), el kilowatt-hora (kWh),

La **potencia** de un artefacto o equipo es la capacidad que tiene de producir o consumir energía por unidad de tiempo, o sea es la rapidez con que se produce o consume la energía:

$$\text{Potencia} = \frac{\text{Energía}}{\text{Tiempo}}$$

Dicho de otra manera:

$$\text{Energía} = \text{Potencia} \times \text{Tiempo}$$

Según las necesidades del usuario, un equipo tendrá una menor o mayor potencia. Si requiere iluminar ambientes más grandes o con mayor intensidad necesitará mayor potencia en lámparas; la potencia o capacidad de un horno o una caldera dependerá del proceso productivo y los volúmenes de producción diaria de la planta industrial; la potencia de un motor eléctrico dependerá del equipo que acciona, sea un gran compresor o una pequeña bomba de fluidos, por citar algunos ejemplos.

Las unidades más comunes en que se mide la capacidad o potencia de un artefacto, máquina o equipo son: kilovatio o kilowatt (kW), caballo de fuerza (HP), caballo de vapor (CV), kilocalorías por hora (kcal/h), frigorías por hora (fr/h), unidades térmicas inglesas por hora (BTU/h).

La conversión de la energía de una forma a otra, a través de un artefacto con una tecnología dada que permite satisfacer las variadas necesidades productivas y de confort, se rige por el 2º Principio de la Termodinámica que, en una de sus formulaciones originales, dice: “una máquina térmica funciona tomando calor de una fuente caliente, produce trabajo, y entrega calor a una fuente fría”. La fuente fría es el medio ambiente y el calor entregado al ambiente son las pérdidas de energía. Este

principio es válido para todas las conversiones de la energía, o sea, siempre que hay conversión de la energía hay pérdidas, que pueden ser más o menos evitables.

El **rendimiento o eficiencia** (η) de un equipo es el cociente entre la energía producida en la nueva forma E_2 y la energía consumida de la anterior forma E_1 :

$$\eta = \frac{E_2}{E_1}$$

3.2 Usos de la energía y equipos de utilización

Un uso de la energía es la finalidad para la cual el ser humano se vale de ella y está íntimamente relacionado con la satisfacción de sus necesidades concretas y con el desarrollo de sus actividades productivas.

Los usos de la energía son muy variados y están presentes en prácticamente todas las actividades humanas: la cocción de los alimentos, la iluminación, el desplazamiento de personas y cargas, la fuerza motriz que acciona una máquina industrial, el labrado de la tierra, el acondicionamiento de ambientes, el funcionamiento de los diversos equipos de un hospital, etc.

A los usos se los clasifica según las necesidades del análisis energético para cada uno de los sectores y subsectores de consumo del balance energético. En el presente estudio adoptaremos las siguientes categorías de usos en el sector Industrial:

1. Iluminación
2. Vapor
3. Calor Directo
4. Fuerza Motriz
5. Frío de Proceso
6. Transporte Interno
7. Procesos Electroquímicos
8. Refrigeración de ambientes

Iluminación: La iluminación artificial permite prolongar el horario de las actividades humanas durante la noche y servir de complemento a la luz natural durante el día cuando ésta no es suficiente por características climáticas o constructivas de los edificios. Se incluye aquí la iluminación de la planta industrial, oficinas, exteriores, etc., es decir la iluminación de todo el establecimiento.

Vapor: El vapor de agua tiene una gran variedad de aplicaciones en los procesos industriales, como ser calentamiento de agua u otras sustancias, esterilización, secado, limpieza, hidratación, cocción, destilación, reactores químicos, fuerza motriz, generación de electricidad, etc. El vapor se produce en las calderas, en las cuales la energía contenida en un combustible (por ejemplo gas natural, gasoil, fuel oil) se transforma en calor que se transfiere al agua para producir vapor a diferentes temperaturas y presiones según los requerimientos de los procesos productivos. El vapor una vez generado en la caldera es conducido por cañerías hasta los procesos que lo requieren.

Calor Directo: Corresponde a los equipos donde se produce calor y se aplica directamente a un producto, mineral o materia prima para efectuar alguna transformación de fase, cambio de las propiedades o secado debido a la acción del calor intenso. Son los distintos tipos de hornos, secadores, evaporadores, calentadores, etc. O sea, se obtiene calor a partir de un combustible o electricidad y se transfiere directamente al producto que se está tratando.

Fuerza Motriz: Se agrupan en este uso todos los motores fijos de la planta industrial que producen algún tipo de trabajo mecánico. La gran mayoría son motores eléctricos, que accionan maquinarias tan diversas como bombas, ventiladores, compresores, tornos, prensas, molinos, cintas transportadoras, puentes grúas, etc. También se incluyen acá otros tipos de motores fijos, como motores a nafta, diésel oil, turbinas de vapor, turbinas de gas, que pueden accionar el mismo tipo de maquinaria, pero son de uso menos generalizado en la industria.

Frío de Proceso: Es la disminución de la temperatura de las materias primas o productos por requerimientos propios de su transformación, para conservar su calidad o para almacenarlos por un periodo de tiempo. Esto se realiza con equipos de refrigeración en túneles o cámaras de frío, congeladores, etc. No se incluyen aquí aires acondicionados para refrigerar ambientes ya que ellos se computan en el Uso Refrigeración de Ambientes.

Transporte Interno: Se agrupa en este uso el consumo de energía de los vehículos que transportan cargas, materias primas y productos, dentro de los límites del establecimiento. En general se hace en vehículos que pueden ser eléctricos, con diésel, con gas licuado, etc., como ser montacargas o auto-elevadores, grúas móviles, tractores, etc. No se incluye aquí el consumo de los vehículos que salen del establecimiento, como automóviles, ómnibus, camionetas, camiones, etc., cuyos consumos se computan en el sector Transporte.

Procesos Electroquímicos: Es el uso de la electricidad para producir reacciones químicas necesarias para el tratamiento de la materia prima o materiales. Los más comunes de estos procesos son la galvanoplastia y la refinación de metales como cobre, aluminio, etc. También se utiliza en la industria química para producir soda caustica.

Refrigeración de Ambientes: Se incluyen aquí los consumos para refrigeración de ambientes tanto de la planta industrial como de oficinas, vestuarios, comedores, etc. En los establecimientos industriales puede haber autoproducción o producción propia de electricidad utilizando motores diésel, turbinas de vapor, turbinas de gas, etc. Esta generación propia puede utilizarse en casos de emergencia, ante cortes en el suministro de electricidad del servicio público, o realizarse en forma programada como complemento o sustitución de la electricidad del servicio público. En estos casos puede utilizarse algún residuo de producción como combustible, un caso muy común es la utilización del bagazo en la industria del azúcar o licor negro y residuos forestales en la industria papelera. Los excedentes de generación propia pueden enviarse a la red pública. La autoproducción de electricidad no se considera como un uso final, pero sí la electricidad autoproducida que se consume en iluminación, fuerza motriz, etc. Por ello es necesario relevar también la autoproducción de electricidad en la encuesta.

3.3 Fuentes de energía

Las fuentes energéticas que pueden ser consumidas en el sector Industrial de la República del Paraguay son las siguientes:

1. Electricidad
2. Gas Licuado
3. Kerosene
4. Nafta
5. Diesel
6. Fuel Oil
7. Carbón Mineral
8. Coque de Petróleo
9. Leña
10. Carbón Vegetal
11. Residuos de Biomasa
12. Solar

La Electricidad es la energía asociada a una corriente eléctrica y a una diferencia de potencial o voltaje en una instalación o maquinaria. La electricidad es producida en las centrales eléctricas, luego conducida por sistemas de transmisión y distribución para llegar finalmente a los artefactos y equipos de utilización de los consumidores. La electricidad tiene una gran variedad de usos: iluminación, motores eléctricos o fuerza motriz, hornos, frío de proceso, uso electroquímico, etc. La unidad de medida es el kilowatt-hora (kWh) o algún múltiplo o submúltiplo de este.

El Gas Licuado, o Gas Licuado de Petróleo (GLP), es una mezcla de hidrocarburos compuesta básicamente por propano (C_3H_8) y butano (C_4H_{10}), que sometida a moderadas presiones y a temperatura ambiente alcanza el estado líquido para facilitar su manejo y transporte. En la industria, el gas licuado se utiliza en hornos, para cocción, calentamiento de agua, etc.

Nafta, Diesel, Fuel Oil y Kerosene son hidrocarburos derivados del petróleo mediante un proceso de destilación o refinación. Tienen distintas propiedades físicas y químicas que los hacen aptos para distintos usos. El kerosene se utiliza principalmente para producir calor en artefactos como estufas, cocinas, calentadores, etc. Las naftas y el gasoil como combustible para el accionamiento de motores, tanto de vehículos como para bombeo de agua o generación eléctrica. El fuel oil es un hidrocarburo más pesado, y se lo utiliza normalmente en calderas y hornos; se los utiliza también para generación eléctrica. Las unidades corrientes de medida de estas fuentes son litros o m^3 , y el fuel oil normalmente se expresa en kg o toneladas.

Carbón Mineral y Coque de Petróleo: son hidrocarburos sólidos de similares propiedades fisicoquímicas. El primero se obtiene directamente de las minas (es una fuente primaria), mientras que el carbón residual y el coque son derivados del petróleo y del carbón mineral respectivamente. En la industria se utilizan principalmente en hornos metalúrgicos, aunque también pueden usarse en calderas. Las cantidades se miden en toneladas.

La Leña es el conjunto de troncos y ramas de árboles y arbustos, cortados en trozos o chips que se utilizan para producir calor mediante su combustión. La leña puede ser cortada del monte natural en forma libre por parte del consumidor o con permisos de corte o de plantaciones destinadas a producir este combustible (eucalipto, pino). No se considerará leña cuando las ramas obtenidas son un subproducto o residuo de la producción de madera para fines industriales o de construcción, como suele ocurrir en la actividad de los aserraderos, ya que esta fuente energética se incluye en los residuos de biomasa. La leña se mide en kg o toneladas.

El Carbón Vegetal es producto de la destilación destructiva de la madera, consiste en el resultado de la carbonización de la madera en un ambiente pobre en oxígeno para reducir su contenido de humedad y aumentar su poder calorífico. Puede ser comercializado en trozos más o menos pequeños o en briquetas que por un proceso industrial se le ha aumentado su porosidad a fin de facilitar su combustión. En la industria se utiliza generalmente en hornos metalúrgicos. Se mide en kg o toneladas.

Los Residuos de Biomasa, pueden ser residuos orgánicos industriales, agrícolas, forestales o de aserraderos; son subproductos de la actividad productiva que pueden utilizarse para fines energéticos. Depende de cada país qué tipo de residuos son utilizados energéticamente. Ejemplos de estos residuos en la industria son bagazo de caña de azúcar, licor negro obtenido en las papeleras, cáscara de arroz y girasol en la industria alimenticia, aserrín y corteza residuales en aserraderos, etc. Se los utiliza como fuentes de calor en calderas, hornos o secadores. Sus cantidades se miden generalmente en toneladas y en algunos casos en litros o m^3 .

La Solar corresponde al espectro infrarrojo de la radiación solar cuyo calor se aprovecha directamente en calentamiento de agua o calor de proceso de baja temperatura.

4. DESCRIPCIÓN DEL CUESTIONARIO E INSTRUCCIONES PARA SU LLENADO

El cuestionario del relevamiento tiene las siguientes secciones:

- Carátula
- I. PERSONAL OCUPADO Y PRODUCCIÓN
- II. CONSUMO DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES
- III. PRODUCCIÓN DE VAPOR
- IV. CALOR DIRECTO
- V. FUERZA MOTRIZ FIJA

- VI. FUERZA MOTRIZ MÓVIL (Transporte interno)
- VII. FRÍO DE PROCESO
- VIII. PROCESOS ELECTROQUÍMICOS
- IX. ILUMINACIÓN
- X. REFRIGERACION DE AMBIENTES
- XI. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA
- XII. AUTOPRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD
- XIII. USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y RENOVABLES

4.1 Instrucciones generales

Es muy importante para el encuestador tener presente estas instrucciones generales ya que facilitarán el trabajo en la oficina de supervisores, críticos, digitadores y técnicos que harán el análisis de consistencia de la información, o sea la validación, y luego de ello se aceptará o eventualmente rechazará la encuesta realizada.

- a) Escribir las respuestas con bolígrafo azul o negro, no utilizar lápiz. Otros colores, como verde y rojo, están reservados para el supervisor y los críticos.
- b) Si debe anotar una cantidad como respuesta, cuídese de escribir números claros y en el interior del rectángulo asignado. Si debe anotar un texto en la respuesta, escribirlo en forma claramente legible.
- c) En varias secciones se pregunta inicialmente si en el establecimiento tienen o no un determinado tipo de equipo del que se quiere obtener información. Debe marcarse con X por “SI” o por “NO”. Ello es importante porque si no se marca la opción y luego el cuadro está vacío el supervisor puede interpretar que ha sido un olvido del encuestador. Si la respuesta es “NO”, una flecha le indica que pase a la pregunta siguiente. Si la respuesta es “SI”, entonces debe completarse los datos del cuadro correspondiente.
- d) El cuestionario contiene un “Instructivo”, que son aclaraciones generales de algunos conceptos y que deben ser leídas por el entrevistado cuando se le deja el cuestionario para que vaya juntando la información y/o respondiendo. Estas aclaraciones se numeran de la siguiente manera: (1), (2), (3)....
- e) En varios cuadros hay llamadas que se aclaran al pie del mismo cuadro. Son aclaraciones sencillas y se numeran: (A), (B), (C)....
- f) En casi todas las hojas del cuestionario hay un espacio para “Observaciones”, donde el encuestador debe anotar todo dato que le resulte pertinente relacionado con la temática de la encuesta y que no está previsto en la correspondiente pregunta o cuadro. Ejemplos de qué anotar en “Observaciones” surgirán durante la capacitación y prueba piloto. La finalidad es anotar datos o información que faciliten el procesamiento y evitar posibles devoluciones del cuestionario para una segunda entrevista ante inconsistencias en la información relevada.
- g) Todos los datos por relevar corresponden al año 2021.
- h) En los casos en que el dato no sea constante durante el año, deberá indicarse un promedio anual, por ejemplo, el personal ocupado o las horas diarias de utilización de un equipo, etc.
- i) Las cantidades se expresan con dos datos: el valor y la unidad de medida. En varios cuadros está prefijada la unidad de medida que es más corrientemente utilizada. Si el valor se dispone en una unidad de medida distinta, tache la unidad de medida prefijada e indique la que corresponde.

4.2 Descripción de las preguntas del cuestionario e instrucciones específicas

Carátula

En la parte superior se indica la institución para la cual se lleva adelante el proyecto que es el Viceministerio de Minas y Energía de la República del Paraguay.

Luego aparece la leyenda: **“Esta encuesta es de suma importancia para el diseño de la Política Energética Nacional. La información obtenida tiene solo fines estadísticos y la confidencialidad se garantiza por la Ley 6670/20.”**.

Lo importante es remarcar que la información que brinde el industrial se encuentra protegida por el secreto estadístico, y la misma no puede ser difundida en forma individual o identificando el establecimiento. Hay penalidades para los funcionarios o consultores que no resguarden la confidencialidad de la información.

Los siguientes datos deben ser llenados en la oficina, antes de entregar el cuestionario al encuestador:

- N° de Encuesta
- Nombre o razón social
- Tamaño
- Ubicación geográfica del Establecimiento (todos los datos)

Los siguientes datos no deben completarse durante la entrevista, ya que los indicará el crítico luego de que analice los datos relevados:

- Código CIU – Rev. 4

Los siguientes datos de la carátula deben llenarse en la entrevista:

- Actividades Principal y Secundarias: algunos establecimientos pueden desarrollar otras actividades secundarias, que son distintas a la actividad principal y le generan menores ingresos.
- Coordenadas Geográficas del establecimiento, obtenidas por GPS del celular del encuestador.
- Nombre del Informante, Cargo, Teléfono/celular y e-mail.

Estos últimos datos son muy importantes ya que luego, durante el procesamiento, es probable que se deba consultar al informante algún dato adicional o pedirle que ratifique o rectifique determinada información vía telefónica o por mail. **Si no está esta información el encuestador deberá realizar una nueva visita al establecimiento en caso de ser necesario.**

Si el encuestador detectara que la Actividad Principal del establecimiento no se corresponde con el Subsector consignado en la oficina, deberá consultar al supervisor a fin de verificar los datos de la ubicación geográfica del establecimiento, y decidir si realiza la encuesta o si el establecimiento debe ser reemplazado por otro que corresponda al Subsector indicado inicialmente.

I. PERSONAL OCUPADO Y PRODUCCIÓN

Pregunta 1. Personal ocupado total promedio mensual:

Se indicará el número total de personas que trabajaron en el establecimiento en el año 2021. Se anotará el promedio mensual, considerando todas las categorías (propietarios, socios, profesionales, empleados, obreros, etc.) en relación de dependencia o no, permanente y temporario.

El personal permanente es aquel que se desempeña durante todo el año, y el temporario es aquel que se contrata en los períodos de alta producción en el caso de industrias con actividad estacional (por ejemplo, en zafras).

No debe incluirse aquel personal que se contrata sólo para tareas específicas y que concurren poco tiempo al establecimiento o en forma eventual, como ser servicio de limpieza, mantenimiento de sistemas informáticos, reparación de equipos, etc.

Pregunta 2. ¿Cuál es el régimen de producción de la planta?:

Se refiere a las horas trabajadas en el proceso productivo. Se divide el año en dos períodos a los efectos de contabilizar mejor el régimen de producción para las industrias estacionales: período de **Alta** producción y período de **Baja** producción. Para cada periodo debe indicarse las **horas trabajadas por día**, los **días por semana** y las **semanas al año**.

Debe tenerse en cuenta que la suma de las semanas de los periodos de Alta y de Baja debe ser como máximo 52. Puede ocurrir que sea menor cuando la planta para totalmente algunas semanas al año por mantenimiento de los equipos principales u otro motivo.

En las industrias que no son estacionales, o sea que tienen el mismo régimen de trabajo durante todo el año, completar sólo la primera columna (Alta) indicando la totalidad de las semanas que trabajan en el año.

Pregunta 3. Materias primas utilizadas en 2021:

Indicar sólo las 5 principales materias primas utilizadas. De cada una indicar:

- **Tipo**
- **Unidad de medida:** la unidad comúnmente utilizada como toneladas, litros, metros cúbicos, cabezas de ganado, etc.
- **Cantidad Anual Utilizada:** en el año 2021.
- **Capacidad de Almacenamiento:** para cada una de las materias primas utilizadas.

Pregunta 4.a Productos y subproductos principales obtenidos en 2021:

Para cada uno de los principales productos (hasta 5) y subproductos (hasta 5) obtenidos en la planta indicar:

- **Tipo**
- **Unidad de medida:** la comúnmente utilizada como toneladas, litros, metros cúbicos, metros cuadrados, etc. O simplemente unidades cuando el producto se contabilice así.
- **Cantidad Anual Producida:** en el año 2021.
- **Destino (%):** de la producción en 2021, qué porcentaje fue al **Mercado Interno** y qué porcentaje al **Mercado Externo**, la suma de ambos debe ser 100%.
- **Capacidad Instalada:** en la misma unidad que la Cantidad Anual Producida. Es la cantidad producida o que se podría producir de cada producto o subproducto con la planta industrial trabajando a plena capacidad.
- **Capacidad de Almacenamiento:** para cada una de los productos y subproductos obtenidos.
- **Observaciones:** anotar toda información aclaratoria que considere pertinente relativa a la correspondiente pregunta.

Pregunta 4.b Breve descripción de los procesos productivos desarrollados en el establecimiento:

Debe explicarse brevemente los procesos físicos y químicos a los que es sometida la materia prima en la planta hasta la obtención de los productos y subproductos finales. Refiera procesos tales como molienda, lavado, secado, cocción, fermentación, prensado, destilación, concentración, envasado, etc. Si es posible incluya uno o más diagramas de flujo (de acuerdo con los procesos productivos existentes) con la secuencia y tratamiento que sigue la materia prima, insumos incorporados y los productos y subproductos obtenidos. No olvide incluir el proceso de producción de alcohol. Si tiene material impreso, por favor adjúntelo a la encuesta.

II. CONSUMO DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES

Pregunta 5a. Compra mensual de Electricidad en 2021:

Para cada mes del año, se debe completar la cantidad total de Energía Activa consumida (en kWh) en 2021 en todo el establecimiento. Se debe tener en cuenta que, en el caso de contar con más de un medidor, se deberá sumar la energía consumida por cada uno.

Pregunta 5b. Potencia contratada actual

Debe indicarse la potencia contratada con la empresa proveedora de electricidad en kW (kilowatt).

Pregunta 6. Consumo de Combustibles en 2021:

En el cuadro figura un listado de todos los combustibles posibles de utilizar por la industria en República del Paraguay, deben completarse los datos para aquellos efectivamente consumidos en el establecimiento en el año 2021:

- **Compras o consumo anual:** son las compras realizadas entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2021. Puede ocurrir que la leña y el carbón vegetal no sean comprados, sino producidos por la empresa, dentro o fuera del establecimiento. En este caso debe indicarse el consumo anual de dichas fuentes en el establecimiento.
- **Unidad de medida:** Están indicadas las unidades más comunes en que se expresan las compras o consumos de cada fuente.
- **Otra unidad de medida:** en el caso que las cantidades compradas o consumidas estén expresadas en una unidad distinta a la indicada, tachar la anterior e indicar acá la unidad usada.

No se deben incluir las cantidades de combustible utilizadas en vehículos que salgan del establecimiento como ser automóviles, camionetas, camiones, etc., ya que estos consumos corresponden al sector Transporte y no al Industrial. Estos combustibles pueden ser nafta o gasoil.

Además de los consumos en planta para el proceso productivo, también deben incluirse los consumos de combustibles para los vehículos de transporte interno como auto elevadores, tractores, etc. Estos combustibles pueden ser nafta, gasoil o gas licuado.

También deben incluirse los consumos de combustibles utilizados para autoproducción o cogeneración de electricidad.

En los casos en que el entrevistado no pueda discriminar qué parte de las compras de nafta y gasoil corresponden al consumo interno del establecimiento del consumo en automóviles, camionetas, camiones, etc. que salen del establecimiento, anotar las compras totales y aclarar esta situación en Observaciones.

Pregunta 7. ¿Produce y/o consume algún residuo energético?:

Los residuos energéticos son residuos del proceso productivo que pueden utilizarse como fuente energética. Los casos más conocidos son el bagazo en la industria azucarera, el licor negro en las papeleras, aserrín, cortezas de madera, chips de madera, cáscara de arroz, cáscara de girasol, cáscara de maní, etc.

Algunos de estos residuos con contenido energético pueden utilizarse como combustible o destinarse a otros usos no energéticos.

La información para relevar es:

- **Tipo de Residuo**
- **Unidad de medida:** las más comunes son toneladas, litros o m³.
- **Producción:** es la cantidad producida del residuo energético en 2021, que puede ser consumida, total o parcialmente, o no en el establecimiento

- **Consumo como fuente energética:** cantidad efectivamente consumida en el establecimiento en 2021 (independientemente que se haya producido o no en el establecimiento).
- **Observaciones:** anotar toda información aclaratoria que considere pertinente relativa a la correspondiente pregunta.

III. PRODUCCIÓN DE VAPOR

Pregunta 8. ¿Utilizan calderas para la producción de vapor?

En caso afirmativo, hay que completar los datos del cuadro para cada una de las calderas que tenga el establecimiento. Normalmente en un establecimiento industrial hay una o dos calderas, son pocos los casos en que tienen tres o cuatro y ello ocurre en los establecimientos grandes.

Los datos para completar por cada caldera son:

- **Tipo de caldera**, pueden ser de los siguientes tipos:
 - Acuotubular: cuando el agua a evaporar circula por los tubos de la caldera. Abreviar como ACUO.
 - Piro-tubular o Humotubular: cuando por los tubos circulan los gases calientes de la combustión. Abreviar como HUMO
- **Antigüedad:** de la caldera en años.
- **Año del último overhaul (reparación integral):** la misma puede incluir reemplazo de tubos, reemplazo de refractarios de las calderas, actualizaciones de instrumentación, calibración de sistemas de medición, aprovechamiento de gases de escape, optimizaciones de la combustión, gestión de agua de alimentación, recuperación de condensados, etc.
- **Producción promedio de vapor:** la caldera puede tener una producción variable de vapor, debe indicarse el valor promedio anual estimado en kg/lb de vapor/h o tonelada de vapor/h.
- **Presión del vapor producido:** es la presión media real a la que está produciendo vapor la caldera, medida en kg/cm², bar, atm, psi u otra unidad de presión.
- **Uso anual de la caldera.** Se refiere a la cantidad de horas que funciona la caldera en el año; para poder calcularla se pregunta:
 - **Horas por día**
 - **Días por semana**
 - **Semanas por año**
- **COMBUSTIBLES USADOS.** En la mayoría de los casos, las calderas utilizan un solo combustible, pero hay casos en que utilizan un combustible alternativo:
 - **Combustible principal 1:** indicar el nombre del combustible.
 - **Combustible alternativo 2:** ídem.
 - **Porcentaje del tiempo usando 1:** estimación del porcentaje de horas al año utilizando el combustible principal.
 - **Porcentaje del tiempo usando 2:** ídem para el combustible alternativo.
 - **Consumo por hora de 1:** es el consumo por hora del combustible principal, expresado en kg/h, lb/h, l/h, gal/h, m³/h, etc.
 - **Consumo por hora de 2:** ídem para el combustible alternativo.
- **Tiene economizador?:** el economizador es un intercambiador de calor que toma calor de los gases de combustión y calienta el agua de alimentación de la caldera mejorando el rendimiento de esta.
- **Precalienta el aire de combustión?:** la finalidad del precalentamiento del aire de combustión es ahorrar energía a partir de aprovechar calores residuales.
- **Control automático del aire de combustión?:** para que no haya exceso o defecto de aire en la combustión y así mejorar el rendimiento de la caldera.

- **Recupera condensado?:** se denomina condensado al vapor que luego de utilizado se le extrae calor para llevarlo nuevamente a estado líquido (agua) y volverlo a utilizar para producir vapor en la caldera. Puede ocurrir que, por las exigencias del proceso, no se pueda recuperar este condensado.
- **Cogenera electricidad y/o fuerza motriz?:** la cogeneración es la utilización de una parte del vapor producido para calor del proceso industrial y la otra parte en una turbina para producir fuerza motriz fija y/o generar electricidad.
- **Observaciones:** anotar toda información aclaratoria que considere pertinente relativa a la correspondiente pregunta.

IV. CALOR DIRECTO (hornos, calentadores, evaporadores, secadores, reactores, autoclaves, etc.)

Pregunta 9. ¿Utilizan algún equipo para producir calor directo?

Se pregunta por el uso de cualquier equipo o instalación utilizado para producir calor a ser aplicado directamente a la materia a tratar con la finalidad de modificar sus características físicas y químicas. Los más comunes son hornos, calentadores, secadores, evaporadores, reactores, autoclaves.

Estos equipos o instalaciones producen el calor a partir de un combustible o electricidad. No deben incluirse en este capítulo aquellos que operan con vapor o agua caliente como fuente de calor. Sí deben incluirse los calentadores de agua, siempre que no produzcan vapor, y los calentadores de otro tipo de fluidos.

En caso de disponer equipos de calor directo, hay que completar los datos agrupando aquellos equipos que tengan iguales características técnicas, operativas y de consumo de electricidad o combustibles. Los datos para completar por cada tipo de equipos iguales son:

- **Tipo de equipo**, debe elegir el número correspondiente entre los siguientes tipos:
 - 1 - Horno
 - 2 - Calentador
 - 3 - Caldera de agua caliente
 - 4 - Evaporador
 - 5 - Secador
 - 6 - Otros
- **Cantidad de equipos iguales**
- **Antigüedad promedio:** de los equipos en años.
- **Año del último overhaul (reparación integral):** la misma puede incluir reemplazo de refractarios y aislaciones, actualizaciones de instrumentación, calibración de sistemas de medición, aprovechamiento de gases de escape, optimizaciones de la combustión, etc.
- **Producto obtenido:** indicar el nombre del producto que se obtiene en el equipo, puede ser muy variado desde un producto alimenticio hasta clinker o acero.

Datos por equipo individual. Los siguientes datos se refieren a cada equipo en forma individual o sea datos unitarios. No se refieren al total de los equipos agrupados (el total se obtendrá durante el procesamiento de la encuesta multiplicando los datos individuales por la cantidad de equipos iguales).

- **Potencia calórica:** en kcal/h, BTU/h, etc.
- **Temperatura de trabajo:** puede ser muy variada, llegando hasta unos 1.500°C. En caso de que un equipo tenga distintas temperaturas a lo largo de la cámara o zona de calefacción debe indicarse la temperatura máxima.
- **Uso anual del equipo.** Se refiere a la cantidad de horas que funciona el equipo en el año, para poder calcularla se pregunta:
 - **Horas por día**
 - **Días por semana**

- **Semanas por año**
- **ELECTRICIDAD O COMBUSTIBLES USADOS.** Los equipos de calor directo que consumen electricidad no tienen un combustible alternativo. Cuando consumen combustibles, en la mayoría de los casos utilizan un solo combustible, pero hay casos en que utilizan un combustible alternativo:
 - **Combustible principal 1 o Electricidad:** indicar el nombre de la fuente energética principal, no la utilizada para mecanismos auxiliares como ventiladores, bombas, etc.
 - **Combustible alternativo 2:** indicar el nombre.
 - **Porcentaje del tiempo usando 1:** estimación del porcentaje de horas al año utilizando el combustible principal. Si es electricidad, irá 100%.
 - **Porcentaje del tiempo usando 2:** porcentaje de horas utilizando el combustible alternativo.
 - **Potencia o consumo por hora de 1:** si es electricidad se mide en kW; sino indicar el consumo por hora del combustible principal, expresado en kg/h, lb/h, l/h, gal/h, m³/h, etc.
 - **Consumo por hora de 2:** indicar el consumo por hora del combustible alternativo, expresado en kg/h, lb/h, l/h, gal/h, m³/h, etc.
- **Precalienta el aire de combustión?:** la finalidad del precalentamiento del aire de combustión es ahorrar energía a partir de aprovechar calores residuales.
- **Control automático del aire de combustión?:** para que no haya exceso o defecto de aire en la combustión y así mejorar el rendimiento del equipo.
- **Observaciones:** anotar toda información aclaratoria que considere pertinente relativa a la correspondiente pregunta.

V. FUERZA MOTRIZ FIJA

Pregunta 10. Liste todos los motores eléctricos en utilización:

Debe completarse aquí el listado de todos los motores eléctricos del establecimiento en utilización. Si tiene una gran cantidad de motores, no se deben incluir los motores de menos de 1,5 kW ó 2 HP.

Dado que la cantidad de motores eléctricos puede ser muy grande (hasta centenares), para responder los datos del cuadro se deben agrupar los motores de iguales características y modalidad de uso a fin de facilitar el llenado del cuadro y luego la digitación y el procesamiento de la información. El criterio de agrupamiento es el siguiente: a) los motores deben accionar el mismo mecanismo o tener la misma aplicación, ej.: bombas, ventiladores, compresores, cintas transportadoras, máquinas herramientas, prensas, molinos, etc.; b) los motores individuales deben tener similar potencia, que la diferencia de potencia entre los motores no sea mayor a +/- 15% de la potencia promedio; y c) similar tiempo de utilización: horas por día, días por semana y semanas al año. En caso de que no se cumpla alguna de las tres condiciones, los motores no deben agruparse y se debe presentar la información en filas separadas.

La información solicitada es:

- **Equipo que acciona** el motor o grupo de motores. Debe seleccionar el número correspondiente entre los siguientes tipos de equipos:
 - 1 - Bombas
 - 2 - Ventiladores
 - 3 - Compresores
 - 4 - Cintas transportadoras
 - 5 - Máq. Herramientas (Son: tornos, fresadoras, agujereadoras, limadoras, rectificadoras, sierras mecánicas, etc.)
 - 6 - Prensas
 - 7 - Molinos
 - 8 - Otros tipos
- **Cantidad de motores (n°)**

- **Potencia unitaria:**
 - **Valor**
 - **Unidad:** kW o HP
- **Utilización anual:** se refiere a la cantidad de horas que funciona el motor en el año, para poder calcularla se pregunta:
 - **Horas por día**
 - **Días por semana**
 - **Semanas por año**
- **Antigüedad (años):** promedio del grupo de motores

Pregunta 11. ¿Utilizan máquinas térmicas para fuerza motriz fija (motores de combustión interna, turbinas, etc.)?

Estas máquinas son: motores de combustión interna (consumen naftas o gasoil), turbinas de gas (consumen gasoil o gas natural), turbinas de vapor o máquina de vapor a émbolo.

En general no es común que existan este tipo de máquinas para fuerza motriz fija en la industria, ya que generalmente se utilizan motores eléctricos de mucha mejor calidad de prestación y menor costo. Pero en ciertas industrias puede haber máquinas térmicas para fuerza motriz fija, particularmente si aprovechan algún residuo de producción para producir vapor, como es el caso del bagazo en los ingenios azucareros.

No deben incluirse en esta pregunta máquinas térmicas para generación o cogeneración de electricidad, ya que estas se relevan en la pregunta 18.

Si el establecimiento dispone de máquinas térmicas para fuerza motriz fija, agrupar aquellas máquinas de iguales características y similar usa y completar la siguiente información de cada máquina o grupo de equipos:

- **Tipo de máquina:** motor Otto (naftero), motor Diesel, turbina de vapor, turbinas de gas.
- **Uso o equipo que acciona,** la máquina térmica, como ser: bombas, ventiladores, compresores, molino, etc.
- **Cantidad de equipos iguales:** n°
- **Antigüedad promedio:** de los equipos en años.

Datos por equipo individual. Los siguientes datos se refieren a cada equipo en forma individual o sea datos unitarios, no se refieren al total de los equipos agrupados (el total se obtendrá durante el procesamiento de la encuesta multiplicando los datos individuales por la cantidad de equipos iguales).

- **Potencia:** medida en HP, CV, kW, etc.
- **Fuente energética:** gasoil, fuel oil, nafta, vapor, etc.
- **Consumo por hora:** de la fuente energética en l/h, gal/h, kg/h, lb/h, m³/h, etc.
- **Uso anual.** Se refiere a la cantidad de horas que funciona la máquina térmica en el año, para poder calcularla se pregunta:
 - **Horas por día**
 - **Días por semana**
 - **Semanas por año**
 - **Observaciones:** anotar toda información aclaratoria que considere pertinente relativa a la correspondiente pregunta.

VI. FUERZA MOTRIZ MÓVIL (Transporte interno)

Pregunta 12. ¿Utilizan vehículos para el movimiento de cargas dentro del establecimiento?

Incluir aquí información sobre auto elevadores, grúas móviles, tractores, etc. que desplacen cargas dentro de los límites del establecimiento. No se deben incluir

aquellos vehículos que salen del establecimiento, como ser automóviles, camionetas, ómnibus del personal, camiones, etc.

En caso de tener vehículos de transporte interno, agrupar aquellos vehículos de iguales características y uso, y preguntar:

- **Tipo de vehículo:** auto elevador, grúa móvil, tractor, etc. O sea, indicar el tipo de vehículo y no la marca.
- **Cantidad de vehículos (n°)**
- **Potencia unitaria:**
 - **Valor**
 - **Unidad:** HP, CV, kW, etc.
- **Fuente energética:** gasoil, nafta, gas licuado, electricidad, etc.
- **Utilización anual.** Se refiere a la cantidad de horas que funciona el vehículo en el año dentro del establecimiento, para poder calcularla se pregunta:
 - **Horas por día**
 - **Días por semana**
 - **Semanas por año**
- **Antigüedad:** en años.

VII. FRÍO DE PROCESO

Pregunta 13. ¿Utilizan equipos de frío en el proceso industrial?

Se releva aquí la utilización del frío en el proceso industrial, necesario para conservar o transformar los productos o materias primas. Se excluye el frío para el acondicionamiento de ambientes, así este sea para la planta industrial.

En caso de disponer equipos de frío de proceso, hay que completar los datos solicitados agrupando aquellos equipos que tengan iguales características técnicas, operativas y de consumo de electricidad o combustibles. Los datos para completar por cada agrupación de equipos iguales son:

- **Tipo de equipo**, como ser: compresor alternativo (o de pistón), compresor rotativo (de tornillo, de paletas), compresor scroll, compresor centrífugo, absorción.
- **Cantidad de equipos iguales**
- **Antigüedad promedio:** de los equipos, en años.
- **Carga enfriada:** carne, productos alimenticios, compuesto químico, etc.

Datos por equipo (individual). Los siguientes datos se refieren a cada equipo en forma individual o sea datos unitarios, no se refieren al total de los equipos agrupados (el total se obtendrá durante el procesamiento de la encuesta multiplicando los datos individuales por la cantidad de equipos iguales).

- **Capacidad de frío:** es la capacidad de producción de frío por hora. Se mide generalmente en toneladas de refrigeración, frigorías/h, BTU/h, etc.
- **Temperatura de frío:** generalmente puede variar entre -20°C y 10°C. En algunos casos puede estar fuera de ese rango.
- **Potencia del motor:** en kW, HP, CV, etc.
- **Uso anual.** Se refiere a la cantidad de horas que funciona el equipo motriz en el año, para poder calcularla se pregunta:
 - **Horas por día:** Son las horas totales diarias que el equipo está produciendo frío, aunque el compresor funcione intermitentemente menos tiempo.
 - **Días por semana**
 - **Semanas por año**

VIII. PROCESOS ELECTROQUÍMICOS

Pregunta 14. ¿Tienen algún proceso electroquímico?

Existen variados procesos electroquímicos en la industria, que van desde galvanizado, producción de cloro, soda cáustica, generación de ozono, pintura por electroforesis, refinado electrolítico de oro, cobre, aluminio y otros, etc.

En caso de haber procesos electroquímicos, deben completarse los siguientes datos:

- **Tipo de proceso:** galvanizado, producción de cloro, refinado de cobre, etc.
- **Potencia efectiva media:** promedio anual de la potencia efectivamente utilizada en el electrolito en kW.
- **Utilización anual.** Se refiere a la cantidad de horas anuales de funcionamiento del proceso, para poder calcularla se pregunta:
 - **Horas por día**
 - **Días por semana**
 - **Semanas por año**
- **Antigüedad:** de la instalación en años.
- **Observaciones:** anotar toda información aclaratoria que considere pertinente relativa a la correspondiente pregunta.

IX. ILUMINACIÓN

Pregunta 15. Indique los datos sobre iluminación según los sectores del establecimiento:

Se debe relevar la totalidad de las lámparas existentes dentro del establecimiento, discriminadas según el ambiente que iluminan en:

- Planta Industrial y Depósitos
- Oficinas, Comedor, Vestuarios, etc.,
- Exteriores

Para cada tipo de ambiente, las lámparas deben agruparse por tipo y potencia y brindar la siguiente información:

- **Tipo de lámpara:** Incandescente, tubos fluorescentes, de bajo consumo, LED, vapor de mercurio, sodio alta presión, sodio baja presión, halógena, mezcladora, etc.
- **Cantidad de lámparas:** n°
- **Potencia unitaria:** en W (Watts)
- **Utilización anual.** Se refiere a la cantidad de horas anuales que las lámparas están prendidas, para poder calcularla se pregunta:
 - **Horas por día**
 - **Días por semana**
 - **Semanas por año**

X. REFRIGERACIÓN DE AMBIENTES

Pregunta 16: Indique los principales equipos que utilice para refrigeración de ambientes:

En esta sección se relevan los equipos y sus consumos de energía para refrigeración de ambientes, tanto de la planta industrial como de oficinas, comedores, vestuarios, etc.

De cada artefacto deberá indicarse:

- **Tipo de equipo:** aires acondicionados individuales o centrales.
- **Cantidad de equipos:** n°
- **Potencia unitaria:**
 - **Valor**
 - **Unidad:** Watt, HP, kcal/h, frigorías/h, etc.
- **Utilización anual.** Se refiere a la cantidad de horas anuales de utilización del artefacto, para poder calcularla se pregunta:
 - **Horas por día**
 - **Días por semana**

- **Semanas por año**
- **Observaciones:** anotar toda información aclaratoria que considere pertinente relativa a la correspondiente pregunta.

XI. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Pregunta 17. ¿Utiliza energía solar térmica?

El uso de energía solar para calentamiento de fluidos en los procesos industriales es muy incipiente todavía. Se la utiliza para proporcionar calor de proceso de baja temperatura, por ejemplo, precalentamiento de agua de calderas. También se incluye en esta pregunta la utilización de energía solar para calentamiento de agua en usos no productivos como vestuarios, oficinas, etc.

En caso de utilizar esta fuente en el proceso productivo, se pregunta:

- **Tecnología**, puede ser: panel plano (convencional), tubos de vacío, concentradores y otra tecnología que deberá especificarse.
- **Superficie total de captación:** es la superficie total del panel o concentrador que capta la energía solar y la transforma en calor que transmite al fluido, expresada en m².
- **Volumen del tanque de almacenamiento:** del agua calentada u otro fluido, en litros/galones.
- **Temperatura de calentamiento:** en °C.
- **Porcentaje de Uso:** debe indicarse qué porcentaje del agua o fluido calentado se destina a un uso productivo (asociado al proceso productivo, como por ej. precalentamiento de agua de calderas) y qué porcentaje se destina a un uso no productivo (ej. calentamiento de agua de vestuarios), cuidando que ambos porcentajes sumen 100%.
- **Antigüedad:** en años

XII. AUTOPRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD

Pregunta 18. ¿El establecimiento tiene planta eléctrica propia o algún otro sistema de generación de electricidad en particular?:

La planta eléctrica propia puede ser para casos de emergencia o para generación continua o programada. Generalmente se autoproduce electricidad a partir de una máquina térmica (turbinas de vapor, turbinas de gas, motores de combustión interna, etc.), pero también puede ser con celdas fotovoltaicas, generadores eólicos o pequeñas turbinas hidroeléctricas.

La información solicitada es:

- **Tipo de planta o generador eléctrico:** puede ser: turbina a vapor, motor a gasolina, motor diésel, fotovoltaica, eólico, otro tipo que deberá especificarse.
- **Potencia:** deberá indicarse el valor y la unidad en kW o HP.
- **Frecuencia de Uso:** puede ser Permanente, Programado o de Emergencia. Si es de emergencia, puede que no haya generado electricidad en 2021, no obstante hay que completar los datos anteriores, pero no el resto de los datos que siguen. Si es de permanente, de emergencia o uso programado y ha generado en 2021, deben completarse los datos siguientes.
- **Nº de horas de Uso anual.** Se refiere a la cantidad de horas que estuvo generando el equipo en el año 2021, para poder calcularla se pregunta:
 - **Horas por día**
 - **Días por semana**
 - **Semanas por año**
 - **Energía generada en 2021:** en MWh.
- **Observaciones:** anotar toda información aclaratoria que considere pertinente relativa a la correspondiente pregunta.

XIII. USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y RENOVABLES

Pregunta 19. ¿Ha implementado o tienen intención de implementar en el corto plazo algunas de las siguientes medidas de uso eficiente de la energía y uso de renovables?

La pregunta debe hacerse en dos etapas. Primero se pregunta si ha implementado la medida indicada, si responde SI se pasa a la siguiente medida, y si responde NO se le realiza la segunda parte de la pregunta sobre si tiene intención de implementarla en el corto plazo. Entendemos por corto plazo un periodo igual o menor a 3 años.

Las medidas son las siguientes:

1. Sistemas de Gestión de la Energía (ISO 50001)
2. Auditorías energéticas
3. Estudios de factibilidad técnico-económica de ahorro de energía
4. Utilización de energía solar térmica
5. Mejoras de eficiencia en calderas existentes
6. Mejoras de eficiencia en hornos, secadores, calentadores, etc.
7. Iluminación eficiente
8. Incorporación de motores eléctricos eficientes
9. Colocación de variadores de velocidad en motores eléctricos
10. Incorporación de compresores eficientes
- Otras?: (especificar):

Pregunta 20. ¿Cuáles son las principales barreras u obstáculos que observa para la implementación de medidas de uso eficiente de la energía en la industria?

La eficiencia energética tiene múltiples beneficios, tanto para el industrial como para el conjunto de la sociedad, no obstante, las medidas de eficiencia tienen aún una baja aplicación. Con esta pregunta se busca identificar, desde el punto de vista del industrial, cuáles son las principales barreras u obstáculos:

1. Falta de conocimiento suficiente sobre el tema
2. Falta de difusión acerca de las tecnologías/equipos para ahorrar energía
3. Falta de incentivos
4. Ausencia de empresas de servicios o profesionales capacitados en eficiencia energética
5. Costo de implementación de las medidas e inversión en equipos
6. Falta de financiamiento
7. Falta de normativas legales o técnicas apropiadas
- Otras, cuáles?:
- Ninguna

Observaciones: anotar toda información aclaratoria que considere pertinente relativa a la correspondiente pregunta.

FIN DE LA ENCUESTA



ANEXO 3 - Reporte Energético.

ANEXO 3



ENCUESTA SOBRE CONSUMOS Y USOS DE LA ENERGÍA DEL SECTOR INDUSTRIAL

Consumo de Energía según Fuente Energética, Uso y Tipo de Equipo - Año 2021

Razón Social: xxx

Actividad Principal: Producción de azúcar y etanol

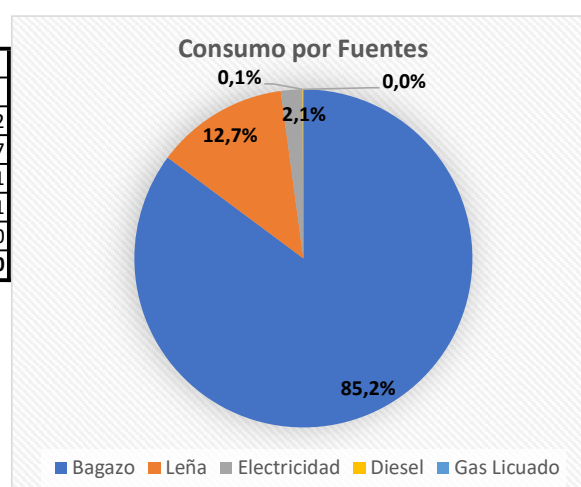
Dirección: yyy

Provincia: zzz

Barrio/Localidad: www

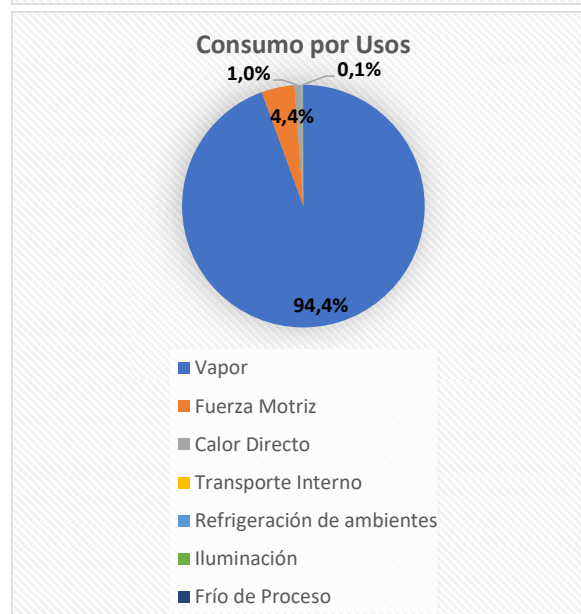
CONSUMO DE ENERGÍA POR FUENTE

Fuente	Consumo			
	Cantidad	Unidad	Tep*	%
Bagazo	345.659.777	Kg	120.980.922,0	85,2
Leña	50.000.996	Kg	18.000.358,5	12,7
Electricidad	33.855.437	kWh	2.911.567,6	2,1
Diesel	117.516	Lt	101.768,7	0,1
Gas Licuado	22.794	Kg	24.845,0	0,0
Total			142.019.461,8	100,0



CONSUMO DE ENERGÍA POR USO

Uso	Uso	Consumo	
		Tep*	%
Vapor	VAP	134.102.974,8	94,4
Fuerza Motriz	FMO	6.222.796,5	4,4
Calor Directo	CAD	1.365.415,4	1,0
Transporte Interno	TRI	126.613,7	0,1
Refrigeración de ambientes	NOP	90.510,3	0,1
Iluminación	ILU	78.250,5	0,1
Frío de Proceso	FRP	32.900,5	0,0
Total		142.019.461,8	100,0



*Tonelada equivalente de petróleo



ENCUESTA SOBRE CONSUMOS Y USOS DE LA
ENERGÍA DEL SECTOR INDUSTRIAL

Consumo de Energía según Fuente Energética, Uso y Tipo de Equipo - Año 2021

Razón Social: xxx

Actividad Principal: Producción de azúcar y etanol

Dirección: yyy

Barrio/Localidad: www

Provincia: zzz

Consumo de Electricidad

Equipo	Uso	Cant.	Potencia	Unidad	Horas / Dia	Días / Semana	Semana / Año	Horas Anuales	Consumo Neto Validado		
									kWh	% Uso	% Total
Calentador	CAD	14	100,0	kW	24	7	32	5376	5.169.231	32,6	15,3
Otros equipo de CD	CAD	13	100,0	kW	24	7	32	5376	4.800.000	30,2	14,2
Otros equipo de CD	CAD	8	100,0	kW	24	7	32	5376	2.953.846	18,6	8,7
Evaporador	CAD	6	100,0	kW	24	7	32	5376	2.215.385	14,0	6,5
Secador	CAD	2	100,0	kW	24	7	32	5376	738.462	4,7	2,2
Total Calor Directo		43							15.876.923	100,0	46,9
Ventiladores	FMO	2	400,0	HP	24	7	33	5544	3.219.278	20,6	9,5
Ventiladores	FMO	5	120,0	HP	24	7	33	5544	2.414.458	15,4	7,1
Ventiladores	FMO	2	250,0	HP	24	7	33	5544	2.012.049	12,9	5,9
Ventiladores	FMO	4	100,0	HP	24	7	33	5544	1.609.638	10,3	4,8
Cintas transportadoras	FMO	2	150,0	HP	24	7	33	5544	1.420.269	9,1	4,2
Compresores	FMO	1	220,0	HP	24	7	33	5544	1.041.530	6,7	3,1
Ventiladores	FMO	3	60,0	HP	24	7	33	5544	724.338	4,6	2,1
Ventiladores	FMO	1	125,0	HP	24	7	33	5544	503.011	3,2	1,5
Compresores	FMO	1	100,0	HP	24	7	33	5544	473.423	3,0	1,4
Compresores	FMO	1	75,0	HP	24	7	33	5544	355.068	2,3	1,0
Ventiladores	FMO	2	40,0	HP	24	7	33	5544	321.928	2,1	1,0
Ventiladores	FMO	1	75,0	HP	24	7	33	5544	301.807	1,9	0,9
Ventiladores	FMO	3	20,0	HP	24	7	33	5544	241.446	1,5	0,7
Cintas transportadoras	FMO	2	25,0	HP	24	7	33	5544	236.712	1,5	0,7
Ventiladores	FMO	1	50,0	HP	24	7	33	5544	201.205	1,3	0,6
Cintas transportadoras	FMO	2	20,0	HP	24	7	33	5544	189.369	1,2	0,6
Cintas transportadoras	FMO	1	40,0	HP	24	7	33	5544	189.369	1,2	0,6
Cintas transportadoras	FMO	1	15,0	HP	24	7	33	5544	71.013	0,5	0,2
Ventiladores	FMO	1	15,0	HP	24	7	33	5544	60.362	0,4	0,2
Cintas transportadoras	FMO	1	10,0	HP	24	7	33	5544	47.342	0,3	0,1
Total Fuerza Motriz		37							15.633.615	100,0	46,2
Compresor Rotativo	FRP	1	120,0	HP	24	7	50	8400	382.565	100,0	1,1
Total Frío de Proceso		1							382.565	100,0	1,1
Incandescente	ILU	133	250,0	W	24	7	52	8736	266.000	29,2	0,8
Sodio Alta Presion	ILU	149	400,0	W	12	7	52	4368	238.400	26,2	0,7
Mercurio halogenado	ILU	73	400,0	W	24	7	52	8736	233.600	25,7	0,7
LED	ILU	102	50,0	W	24	7	52	8736	40.800	4,5	0,1
Sodio Alta Presion	ILU	17	250,0	W	24	7	52	8736	34.000	3,7	0,1
LED	ILU	81	100,0	W	12	7	52	4368	32.399	3,6	0,1
Tubo Fluorescente	ILU	173	40,0	W	9	7	52	3276	20.760	2,3	0,1
Bajo Consumo	ILU	53	105,0	W	9	7	52	3276	16.695	1,8	0,0
Mercurio halogenado	ILU	20	160,0	W	12	7	52	4368	12.800	1,4	0,0
LED	ILU	145	20,0	W	9	7	52	3276	8.700	1,0	0,0
Bajo Consumo	ILU	15	40,0	W	9	7	52	3276	1.800	0,2	0,0
LED	ILU	6	30,0	W	24	7	52	8736	1.440	0,2	0,0
LED	ILU	22	12,0	W	12	7	52	4368	1.056	0,1	0,0
Tubo Fluorescente	ILU	16	20,0	W	9	7	52	3276	960	0,1	0,0
Bajo Consumo	ILU	4	15,0	W	24	7	52	8736	480	0,1	0,0
Total Iluminación		1.009							909.890	100,0	2,7
Aire acondicionado	NOP	12	60.000,0	BTU/hr	24	7	27	4536	438.183	41,6	1,3
Aire acondicionado	NOP	7	36.000,0	BTU/hr	24	7	27	4536	153.364	14,6	0,5
Aire acondicionado	NOP	17	18.000,0	BTU/hr	8	6	52	2496	102.475	9,7	0,3
Aire acondicionado	NOP	11	24.000,0	BTU/hr	8	6	52	2496	88.409	8,4	0,3



ENCUESTA SOBRE CONSUMOS Y USOS DE LA
ENERGÍA DEL SECTOR INDUSTRIAL

ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA | LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION | ORGANIZAÇÃO DE ENERGIA LATINO-AMERICANA | ORGANISATION LATINO-AMERICAINE D'ENERGIE

Consumo de Energía según Fuente Energética, Uso y Tipo de Equipo - Año 2021

Razón Social: xxx

Actividad Principal: Producción de azúcar y etanol

Dirección: yyy

Barrio/Localidad: www

Provincia: zzz

Consumo de Electricidad

Equipo	Uso	Cant.	Potencia	Unidad	Horas / Día	Días / Semana	Semana / Año	Horas Anuales	Consumo Neto Validado		
									kWh	% Uso	% Total
Aire acondicionado	NOP	4	24.000,0	BTU/hr	24	7	27	4536	58.425	5,6	0,2
Aire acondicionado	NOP	5	18.000,0	BTU/hr	24	7	27	4536	54.773	5,2	0,2
Aire acondicionado	NOP	2	30.000,0	BTU/hr	24	7	27	4536	36.515	3,5	0,1
Aire acondicionado	NOP	9	12.000,0	BTU/hr	8	6	52	2496	36.168	3,4	0,1
Aire acondicionado	NOP	4	12.000,0	BTU/hr	24	7	27	4536	29.212	2,8	0,1
Aire acondicionado	NOP	1	60.000,0	BTU/hr	8	6	52	2496	20.093	1,9	0,1
Aire acondicionado	NOP	1	48.000,0	BTU/hr	8	6	52	2496	16.075	1,5	0,0
Aire acondicionado	NOP	1	30.000,0	BTU/hr	8	6	52	2496	10.047	1,0	0,0
Aire acondicionado	NOP	1	26.000,0	BTU/hr	8	6	52	2496	8.707	0,8	0,0
Total Refrigeración de ambier		75							1.052.445	100,0	3,1
Total		1.165							33.855.437		100,0

Consumo de Energía según Fuente Energética, Uso y Tipo de Equipo - Año 2021

Razón Social: xxx

Actividad Principal: Producción de azúcar y etanol

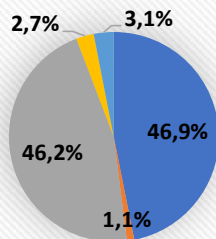
Dirección: yyy

Provincia: zzz

Barrio/Localidad: www

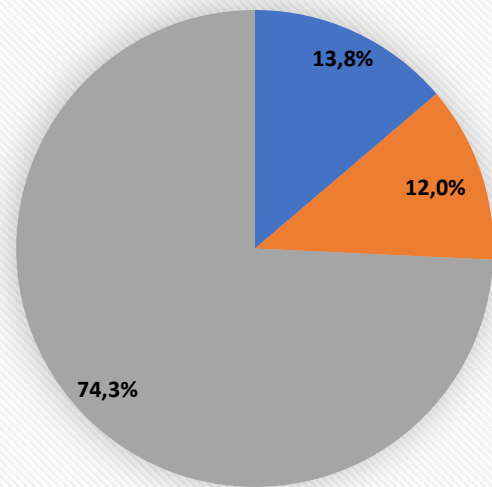
Consumo de Electricidad por Usos

Consumo de Electricidad por Usos



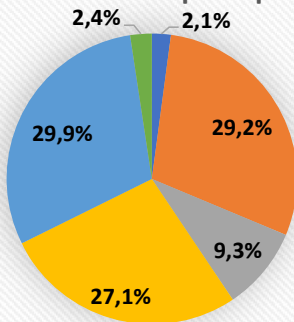
- Calor Directo
- Frío de Proceso
- Fuerza Motriz
- Iluminación
- Refrigeración de ambientes

Consumo en Fuerza Motriz por Equipos



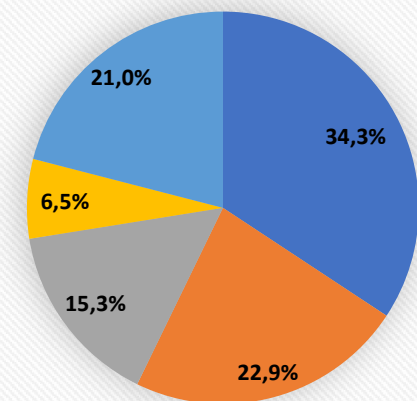
- Cintas transportadoras
- Compresores
- Ventiladores

Consumo Iluminación por Tipo Lámpara



- Bajo Consumo
- Incandescente
- LED
- Mercurio halogenado
- Sodio Alta Presion
- Tubo Fluorescente

Consumo de Electricidad por Equipos



- Ventiladores
- Otros equipo de CD
- Calentador
- Evaporador
- Resto

Consumo de Energía según Fuente Energética, Uso y Tipo de Equipo - Año 2021

Razón Social: xxx

Actividad Principal: Producción de azúcar y etanol

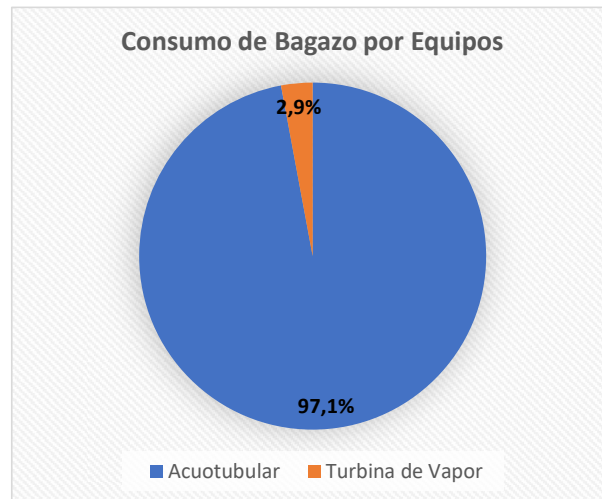
Dirección: yyy

Barrio/Localidad: www

Provincia: zzz

Consumo de Bagazo

Equipo	Uso	Cant.	Potencia	Unidad	Horas / Día	Días / Semana	Semana / Año	Horas Anuales	Consumo Neto Validado		
									Kg	% Uso	% Total
Turbina de Vapor	FMO	6	234,7	Kg/hr	24	7	32	5376	7.553.864	75,0	2,2
Turbina de Vapor	FMO	1	234,7	Kg/hr	24	7	32	5376	1.258.977	12,5	0,4
Turbina de Vapor	FMO	1	234,7	Kg/hr	24	7	32	5376	1.258.977	12,5	0,4
Total Fuerza Motriz		8							10.071.819	100,0	2,9
Acuotubular	VAP	1	36.245,0	Kg/hr	24	7	32	5376	136.097.751	40,6	39,4
Acuotubular	VAP	1	25.426,0	Kg/hr	24	7	45	7560	115.079.169	34,3	33,3
Acuotubular	VAP	1	22.480,0	Kg/hr	24	7	32	5376	84.411.039	25,2	24,4
Total Vapor		3							335.587.958	100,0	97,1
Total		11							345.659.777		100,0



Consumo de Energía según Fuente Energética, Uso y Tipo de Equipo - Año 2021

Razón Social: xxx

Actividad Principal: Producción de azúcar y etanol

Dirección: yyy

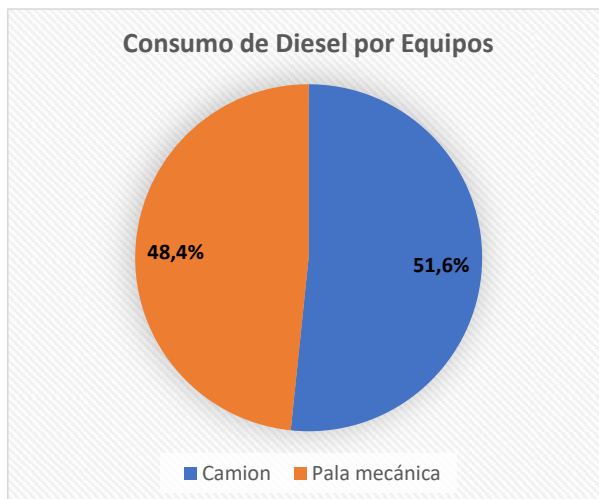
Barrio/Localidad: www

Provincia: zzz

Consumo de Diesel

Equipo	Uso	Cant.	Potencia	Unidad	Horas / Día	Días / Semana	Semana / Año	Horas Anuales	Consumo Neto Validado		
									Lt	% Uso	% Total
Pala mecánica	TRI	2	97,0	kW	24	7	52	8736	38.542	32,8	32,8
Camión	TRI	1	220,0	HP	24	7	50	8400	31.352	26,7	26,7
Camión	TRI	1	360,0	HP	11	7	52	4004	29.345	25,0	25,0
Pala mecánica	TRI	1	92,0	kW	24	7	52	8736	18.278	15,6	15,6
Total Transporte Interno		5							117.516	100,0	100,0
Total		5							117.516		100,0

Consumo de Diesel por Equipos



Consumo de Energía según Fuente Energética, Uso y Tipo de Equipo - Año 2021

Razón Social: xxx

Actividad Principal: Producción de azúcar y etanol

Dirección: yyy

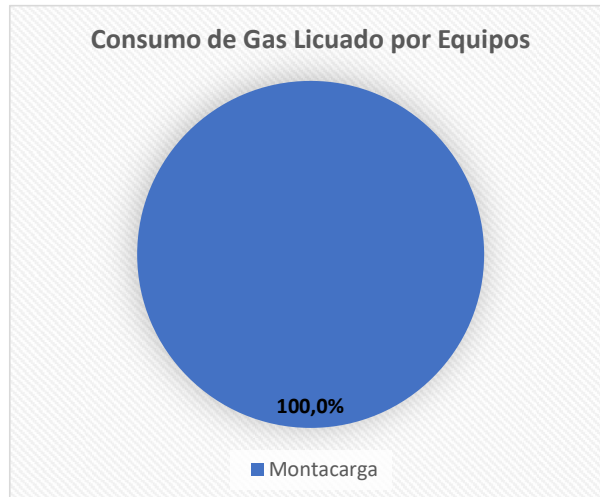
Barrio/Localidad: www

Provincia: zzz

Consumo de Gas Licuado

Equipo	Uso	Cant.	Potencia	Unidad	Horas / Día	Días / Semana	Semana / Año	Horas Anuales	Consumo Neto Validado		
									Kg	% Uso	% Total
Montacarga	TRI	2	50,0	HP	24	7	33	5544	22.794	100,0	100,0
Total Transporte Interno		2							22.794	100,0	100,0
Total		2							22.794		100,0

Consumo de Gas Licuado por Equipos



Consumo de Energía según Fuente Energética, Uso y Tipo de Equipo - Año 2021

Razón Social: xxx

Actividad Principal: Producción de azúcar y etanol

Dirección: yyy

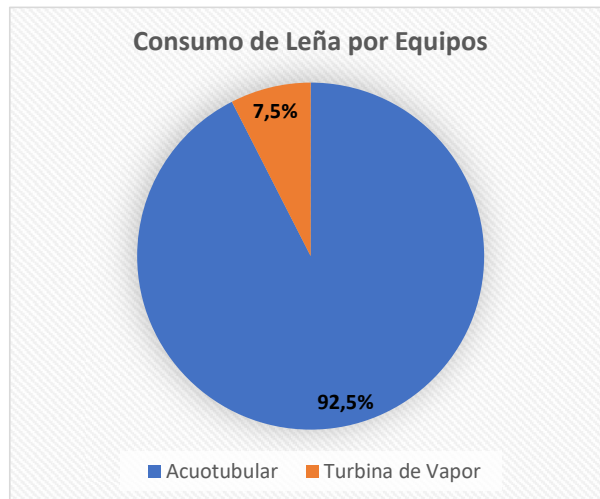
Barrio/Localidad: www

Provincia: zzz

Consumo de Leña

Equipo	Uso	Cant.	Potencia	Unidad	Horas / Día	Días / Semana	Semana / Año	Horas Anuales	Consumo Neto Validado		
									Kg	% Uso	% Total
Turbina de Vapor	FMO	6	97,8	Kg/hr	24	7	32	5376	3.185.537	84,7	6,4
Turbina de Vapor	FMO	1	97,8	Kg/hr	24	7	32	5376	530.923	14,1	1,1
Turbina de Vapor	FMO	1	7,8	Kg/hr	24	7	32	5376	42.344	1,1	0,1
Total Fuerza Motriz		8							3.758.803	100,0	7,5
Acuotubular	VAP	1	7.209,0	Kg/hr	24	7	45	7560	22.013.548	47,6	44,0
Acuotubular	VAP	1	9.173,0	Kg/hr	24	7	32	5376	14.939.125	32,3	29,9
Acuotubular	VAP	1	5.704,0	Kg/hr	24	7	32	5376	9.289.520	20,1	18,6
Total Vapor		3							46.242.193	100,0	92,5
Total		11							50.000.996		100,0

Consumo de Leña por Equipos



Este Reporte contiene el cálculo del consumo de energía de cada uno de los equipos informados en el cuestionario del relevamiento y según la fuente energética.

Para el procesamiento, se validó la información proporcionada. El criterio de consistencia de la información relevada en el cuestionario se aplica para cada fuente energética consumida en el establecimiento; y consiste en que la cantidad de la fuente que ingresa al establecimiento (compras o producción propia en el caso de los residuos energéticos) sea igual a la sumatoria de los consumos de todos los equipos que consumen dicha fuente.

La ecuación de validación es la siguiente:

$$CE_i = \sum_j (n_{ij} \times P_{ij} \times Hr_{ij} \times Fc_{ij})$$

Donde:

i = fuente energética; j = equipo

CE_i: compras de la fuente i.

n_{ij}: cantidad de equipos del mismo tipo y tecnología, la misma potencia y régimen de funcionamiento.

P_{ij}: potencia nominal del equipo j.

Hr_{ij}: horas anuales de utilización del equipo j.

Fc_{ij}: factor de carga del equipo j, tiene en cuenta la potencia media estimada de operación del equipo j y las horas

promedio de funcionamiento real. Su valor varía entre 0,2 y 1.

Los datos de cantidad de la fuente que ingresa al establecimiento, n, P y Hr son los proporcionadas en el cuestionario y durante las repreguntas en el caso que hubiese; mientras que Fc es fijado por el técnico que realiza la validación, teniendo en cuenta el régimen de operación del equipo de que se trate de modo que se aproxime lo mejor posible a la igualdad buscada. En caso de que existan datos faltantes de equipos menores, los mismos son estimados teniendo en cuenta otros datos de la encuesta y valores estándares de la industria.

En caso de tener autoproducción, se ha sumado la electricidad generada a la comprada del servicio público; y se ha restado el consumo de combustibles para dicha generación del total comprado.

En caso de que el industrial lo desee, puede calcular el factor de carga Fc utilizado para cada equipo dividiendo el Consumo Neto Validado del equipo por la cantidad de equipos iguales, potencia individual y horas anuales. De este modo podrá modificarlo según su criterio, pero siempre respetando la igualdad entre la sumatoria de los consumos de todos los equipos y las compras de la fuente en cuestión.

Teniendo en cuenta lo explicado anteriormente, se presenta una hoja por cada fuente energética utilizada en el establecimiento con el listado de los equipos relevados, sus datos principales, el consumo calculado (Consumo Neto Validado) y la participación en el consumo total de la fuente. Además, se proporciona un resumen del consumo de todas las fuentes, con la participación de cada una en el consumo total y el porcentaje de cada uso de la energía en el consumo total del establecimiento.



ANEXO 4 - Rendimientos en el Sector Industria.

Anexo 4

Cálculo de los rendimientos en el sector Industria

Para obtener los rendimientos a utilizar en los distintos equipos se deben realizar los siguientes cálculos, según el tipo de equipo del que se trate.

- Los equipos que corresponden al uso Vapor (Caldera Acuotubular y Caldera Humotubular) deben calcularse de la siguiente manera:
 - a) Se toma como base para Caldera Acuotubular 0,90; para Caldera Humotubular 0,88.
 - b) Si se indicó No Tiene economizador, al valor anterior se le resta 0,05
 - c) Si se indicó No Precalienta el aire de combustión, al valor anterior se le resta 0,02
 - d) Si se indicó No Controla el aire de combustión, al valor anterior se le resta 0,04
 - e) Si se indicó No Recupera Condensado, al valor anterior se le resta 0,1
 - f) Si la Antigüedad está entre 6 y 10 años, al valor anterior se le resta 0,03; Si la Antigüedad está entre 11 y 15 años, al valor anterior se le resta 0,06; Si la Antigüedad es mayor a 15 años, al valor anterior se le resta 0,1; Si la Antigüedad está entre 0 y 5 años se mantiene el valor anterior.
Para calcular la Antigüedad:
Si respondió Año del último overhaul, a 2018 se le resta éste;
Si no respondió Año del último overhaul, se toma el valor respondido de Antigüedad;
Si no respondió ninguno de los dos valores se toma como si tuviera Antigüedad entre 6 y 10 años.
- Los equipos que corresponden al uso Calor Directo (CD) deben calcularse de la siguiente manera:
 - a) Se toman como base los siguientes valores:

Equipo	Rend.
Autoclave	0,80
Caldera de Agua Caliente	0,75
Calentador	0,75
Evaporador	0,75
Horno	0,75
Otros equipos de CD	0,75
Reactor	0,75
Secador	0,60
Soldadora	0,50

Fuente: Elaboración propia.

- b) Sólo para Horno si se indicó No Precalienta el aire de combustión, al valor anterior se le resta 0,02
- c) Si la fuente es Electricidad se suma 0,10 para todos los equipos
- d) Si la Antigüedad está entre 6 y 10 años, al valor anterior se le resta 0,03; Si la Antigüedad está entre 11 y 15 años, al valor anterior se le resta 0,06; Si la Antigüedad es mayor a 15 años, al valor anterior se le resta 0,1; Si la Antigüedad está entre 0 y 5 años se mantiene el valor anterior. Esto vale para todos los equipos.

Para calcular la Antigüedad:

Si respondió Año del último overhaul, a 2018 se le resta este;

Si no respondió Año del último overhaul, se toma el valor respondido de Antigüedad;

Si no respondió ninguno de los dos valores se toma como si tuviera una Antigüedad entre 6 y 10 años

Nota: si la fuente es Electricidad no tendrán marcado b)

- Los rendimientos de los equipos que corresponden al uso Fuerza Motriz Fija para motores eléctricos se calcularán según la potencia del motor en HP de la escala siguiente:

Potencia	Rend.
Menor a 1 HP	0,75
De 1 a 5 HP	0,80
De 5 a 10 HP	0,83
De 10 a 50 HP	0,87
Más 50 HP	0,90

Fuente: elaboración propia.

- Los equipos correspondientes al uso Fuerza Motriz Móvil, tendrán los siguientes rendimientos:

Equipo	Rend.
Motor Otto	0,18
Motor Diesel	0,24
Motor Eléctrico	0,80

Fuente: elaboración propia.

- Los equipos correspondientes a los usos Frío de Proceso (FRP), Iluminación, Refrigeración de Ambientes tendrán los siguientes rendimientos:

Equipo	USO	Rend.
Absorción	FRP	0,70
Chiller	FRP	0,75
Compresor Alternativo	FRP	0,70
Compresor Centrifugo	FRP	0,65
Compresor Rotativo	FRP	0,75
Bajo Consumo	ILU	0,172
Halógena	ILU	0,05
Incandescente	ILU	0,035
LED	ILU	0,34
Mercurio halogenado	ILU	0,278
Mezcladora	ILU	0,25
Sodio Alta Presión	ILU	0,25
Sodio Baja Presión	ILU	0,367
Tubo Fluorescente	ILU	0,15
Vapor de mercurio	ILU	0,167
Aire acondicionado	REA	0,74
Aire acondicionado inverter	REA	0,84
Chiller	REA	0,75
Sistema de aire acondicionado central	REA	0,79

Fuente: elaboración propia.