



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
CÓRDOBA**

**Facultad de Ciencias Exactas Físicas y
Naturales**

Escuela de Ingeniería Industrial



**“Desarrollo de Métricas para la Evaluación de
la Efectividad del Mantenimiento en una
Planta Nuclear”**

Autores

DIAZ, Gustavo.

Matricula: 42258511

Tutor

GANGI, Sergio.

CÓRDOBA, Mayo 2023

Agradecimientos

A mi familia, por su apoyo incondicional a lo largo de todo el trayecto de la carrera, motivándome a crecer y a disfrutar cada momento, enseñándome a aprender tanto de los errores como de los aciertos.

A mis amigos, por ser incondicionales y por brindarme el apoyo para hacer de este recorrido especial.

A la Universidad Nacional de Córdoba y a la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, por abrirme las puertas y formarme profesionalmente en mi carrera. Especialmente a mi tutor Sergio por acompañarme y guiarme en este proceso.

A la Nucleoeléctrica Argentina SA, quienes me abrieron las puertas de su organización y nos permitieron realizar el desarrollo del proyecto integrador

A cada persona que colaboró en mi crecimiento como estudiante, profesional, y mucho más importante, como persona.

Resumen

El presente proyecto es llevado a cabo en la “Central Nuclear Embalse”, operada por la empresa “Nucleoeléctrica Argentina SA”, una organización con un largo recorrido en la generación de energía nucleoelectrica ubicada en Embalse, Córdoba. Considerando la importancia de la gestión por indicadores en la industria nuclear, tiene como propósito desarrollar un set inicial de indicadores que, alineados con los objetivos empresariales, permita mejorar el desempeño del sector de mantenimiento.

Para ello, se realizó el estudio de las bases teóricas del uso de indicadores y de la utilización de los mismos en la industria nuclear. Se llevó a cabo una descripción de la empresa, en conjunto con un análisis de la situación actual mediante herramientas de diagnóstico FODA, Porter y PESTEL. La metodología también incluyó la utilización de herramientas de recolección de información como entrevistas y “focus groups” para la identificación de necesidades y la definición de los indicadores a desarrollar.

Como resultado, se desarrolló un conjunto inicial de indicadores que permitirán entrar en un ciclo real de mejora continua, desarrollar las bases teóricas y las herramientas de generación y visualización para la implementación de nuevos indicadores a futuro. Los hallazgos demuestran la importancia de la utilización de indicadores de mantenimiento, los cuales permiten optimizar la toma de decisiones y lograr así mejorar la eficiencia y eficacia de las actividades organizacionales, y garantizar la seguridad y fiabilidad de la instalación.

Palabras claves: Indicadores, mejora continua, eficiencia, eficacia, seguridad

Abstract

This project is carried out at the “Embalse Nuclear Power Plant” operated by “Nucleoeléctrica Argentina SA”, which is a company with a long track record in the generation of nuclear energy located in Embalse, Córdoba, Argentina. The purpose of this project is to develop an initial set of Performance Indicators (PI) in order to improve the maintenance sector by taking into account the importance of management based on PI in the nuclear industry.

First, the study of the use of indicators’ theoretical foundations and their use in the nuclear industry was conducted. Second, a description of the company was carried out in conjunction with an analysis of the current situation through diagnostic tools, such as “SWOT”, “Porter” and “PESTLE”. Lastly, the methodology also included the use of data collection tools, such as interviews and focus groups in order to identify needs and define the indicator to be developed. As a result, an initial set of indicators was developed that will allow entering a real cycle of continuous improvement, developing the theoretical bases and the generation and visualization tools for the implementation of new metrics in the future.

Taking everything into consideration, it is evident from the foregoing arguments that the results demonstrate the importance of using maintenance indicators to ensure optimal decision-making. Needless to say, these indicators will definitely improve the efficiency and effectiveness of organizational activities and guarantee the safety and reliability of the facilities.

Key words: Indicators, continuous improvement, efficiency, effectiveness, safety.

Índice general

Agradecimientos.....	1
Resumen	2
Abstract	3
Índice general	IV
Índice de tablas y gráficos	VIII
Índice de abreviaturas y definiciones	X
1 - Introducción	12
2- Objetivos generales y específicos	14
2.1 Objetivo general	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3- Descripción de la empresa	15
3.1 Energía nuclear.....	15
3.1.1 Energía nuclear en el mundo.....	16
3.1.2 Energía nuclear en Argentina.....	17
3.2 Descripción de la Central Nuclear Embalse.....	21
3.2.1 Ubicación	21
3.2.2 Reseña histórica.....	22
3.2.3 Especificaciones técnicas	23
3.2.4 Funcionamiento.....	24
3.2.5 Descripción del proceso	25

3.2.6 Proyecto de extensión de vida.....	31
3.2.7 Objetivos generales y específicos organizacionales.....	33
3.3 Organización	35
3.3.1 Sector mantenimiento.....	36
3.3.2 Manejo de las actividades	39
3.3.3 Actividades del área	42
3.4 Gestión de los recursos.....	44
3.5 Análisis de la situación actual	47
3.5.1 Análisis de la situación del sector a través de las fuerzas competitivas del mercado	47
3.5.2 Análisis FODA.....	51
3.5.3 Evaluación externa	54
3.5.4 Indicadores actualmente en uso.....	59
4. Situación deseada	63
5. Marco teórico	64
5.1 Definiciones	64
5.1.1 Confiabilidad de equipos.....	64
5.1.2 Eventos	65
5.1.3 Dosis de radiación	66
5.2 Herramientas metodológicas	67
5.2.1 Matriz FODA	68
5.2.2 Modelo de las 5 Fuerzas de Porter	71

5.2.3 Análisis PESTEL.....	75
5.2.4 Encuesta de satisfacción.....	77
5.2.5 Focus Group	79
5.3 Gestión por indicadores.....	80
5.3.1 Indicadores de performance para centrales nucleares	81
5.3.2 Presentación de resultados	86
5.3.3 Mantenimiento y actualización	89
6. Desarrollo	91
6.1 Bases de datos disponibles	91
6.2 Evaluación de indicadores relacionados a la industria.....	92
6.2.1 Resultados de la encuesta a mandos altos	95
6.2.2 Resultados de la encuesta a mandos intermedios.....	97
6.2.3 Focus Group mandos altos	100
6.2.4 Focus Group mandos intermedios.....	102
6.3 Lista de indicadores propuestos	104
6.4 Presentación de resultados parciales	109
6.4.1 Impacto de resultados.....	121
7. Recomendaciones.....	123
7.1 Actualización y seguimiento	123
7.2 Recomendaciones para la mejora continua	126
7.3 Benchmarking	129
8. Conclusión.....	132

9. Referencias	134
10. Anexos.....	137
Anexo I.....	137
Anexo II.....	137
Anexo III	139
Anexo IV	145
Anexo V	147
Anexo VI.....	154
Anexo VII.....	155
Anexo VIII	159
Anexo IX.....	188
Anexo X	225

Índice de tablas y gráficos

Figura 3.1.a: Esquema simplificado del átomo.....	15
Figura 3.1.b: Proceso simplificado de la fisión nuclear.....	16
Figura 3.1.1.a: Panoramas de la energía nuclear en Argentina.....	17
Gráfico 3.1.2.a: Evolución de la matriz energética en Argentina.....	18
Figura 3.1.2.b: Esquema de las políticas empresariales de NASA.....	20
Tabla 3.1.2.c: Características fundamentales de las centrales nucleares de Argentina.....	20
Figura 3.2.1.a: Vista aérea Central Nuclear Embalse.....	21
Figura 3.2.1.b: Vista satelital general CNE.....	21
Figura 3.2.1.c: Vista satelital específica CNE.....	22
Tabla 3.2.3.a: Características información técnica Central Nuclear Embalse.....	23
Figura 3.2.5.a: Disposición de un central tipo CANDU.....	25
Figura 3.2.5.b: Generación de calor en el reactor.....	26
Figura 3.2.5.c: Sistemas principales.....	27
Figura 3.2.5.d: Representación de calandria y elementos combustibles.....	28
Figura 3.2.5.e: Representación del sistema primario de transporte de calor.....	29
Figura 3.2.5.f: Representación del sistema primario de transporte de calor.....	31
Figura 3.2.6.a: Cambio de Boilers principales.....	32
Figura 3.2.6.b: Trabajos dentro de Zona Controlada (ZC).....	32
Figura 3.2.6.c: Finalización de retubado del reactor.....	33
Figura 3.3.a: Organigrama general de la Central Nuclear Embalse.....	36
Figura 3.3.1.a: Organigrama Subgerencia de Mantenimiento.....	37
Figura 3.3.2.a: Presentación básica de una OT.....	39
Figura 3.3.2.b: Representación gráfica general del proceso de manejo de actividades.....	41
Figura 3.4.a: Actividades en CNE.....	44

Figura 3.4.b: Taller de mantenimiento mecánico “e5”	45
Figura 3.4.c: Personal de CNE con instrumentos de medición.....	46
Figura 3.5.4.a: Indicadores del WM.....	62
Figura 5.1.3.a: Elementos de radioprotección.....	67
Figura 5.2.2.a: Representación modelo de fuerzas de Porter.....	72
Figura 5.3.a: Referencia a las bases para incrementar la eficacia en la organización.....	80
Figura 5.3.1.1.a: Indicadores de performance y productividad.....	83
Figura 5.3.1.2.a: Indicadores de procesos.....	84
Figura 5.3.2.1.a: Ejemplo de indicador.....	88
Gráfico 6.2.1.a: Opinión de la gestión por indicadores actuales mandos altos.....	96
Gráfico 6.2.1.b: Resultados de selección de indicadores mandos altos.....	97
Gráfico 6.2.2.a: Opinión de la gestión por indicadores actuales mandos medios.....	98
Gráfico 6.2.2.b: Resultados de selección de indicadores mandos intermedios.....	100
Tabla 6.3.a: Presentación indicador 1.....	101
Tabla 6.3.b: Presentación indicador 2.....	106
Tabla 6.3.c: Presentación indicador 3.....	107
Gráfico 6.5.a: Gráfico de barras apiladas eventos CNE - Últimos 3 trimestres.....	112
Gráfico 6.5.b: Gráfico de líneas anual de dosis del personal de mantenimiento – 2022.....	113
Gráfico 6.5.c: Gráfico de dispersión de dosis anual por personal de mantenimiento – 2022.....	116
Gráfico 6.5.d: Gráfico de líneas de disponibilidad de mano de obra teórica y real – Marzo 2023.....	118
Gráfico 6.5.e: Gráfico circular de causas de inasistencias subgerencia de mantenimiento - Marzo 2023.....	119

Índice de abreviaturas y definiciones

A fin de simplificar la lectura del documento se realiza una lista de abreviaturas y definiciones que permitan interpretar mejor el texto en el documento.

AECL	Atomic Energy of Canada Ltd.
ARN	Autoridad Regulatoria Nuclear
CANDU	Canadian Deuterium Uranium
CE	Confiabilidad de Equipos
CICE	Centro Interno de Control de Emergencia
CNE	Central Nuclear Embalse
CNEA	Comisión Nacional de Energía Atómica
COR	Correctivo
DH	Desempeño Humano
ELE	Electivo
EXOP	Experiencia Operativa
FG	Focus Group
GR	Grupo Revisor
I&C	Instrumentación y Control
IP	Indicador de Performance
IPerf	Indicador de Performance
IProc	Indicador de Proceso
IProd	Indicador de Productividad
IRS	Ingeniero Responsable del Sistema
MC	Manejo de Combustible
ME	Mantenimiento Eléctrico
MEL	Listado Maestro de Equipos
MEM	Mercado Eléctrico Mayorista
MM	Mantenimiento Mecánico
MWe	Megawatts Eléctricos
NASA	Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima
OC	Obra Civil
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
ORE	Organización de Respuesta ante Emergencias

OT	Ordenes de trabajo
OTR	Otro
PAC	Programa de Acciones Correctivas
PM	Mantenimiento Preventivo
PNP	Parada No Programada
PP	Parada Programada
PR	Revisión por Pares
PRACS	Programa de Afianzamiento de la Cultura de la Seguridad
QC	Control de Calidad
RP	Radioprotección
RRHH	Recursos humanos
SADI	Sistema Argentino de Interconexión
SEC	Estructuras, Componentes o Sistemas
SPV	Single Point Vulnerability
U-235	Uranio 235
VE	Visión Estratégica
WANO	World Association of Nuclear Operators
WPI	WANO Performance Indicators

1 - Introducción

“Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”. Lord Kelvin.

Tradicionalmente, la evaluación del desempeño y el control en las empresas se realizaba sólo para informes financieros. Debido a la internacionalización de los mercados, los países con menor nivel de desarrollo se deben enfrentar a la realidad de contar con organizaciones poco productivas, dinámicas y en su gran mayoría obsoletas, administrativa y tecnológicamente, donde los inversionistas no se sienten atraídos, generando organizaciones con poca fuerza competitiva.

Este panorama indujo a las empresas a mejorar la productividad e incrementar la eficiencia utilizando tres estrategias:

- Uso de mejor tecnología
- Empleo de nuevas y mejores herramientas de administración
- Implantación de sistemas de control de gestión

Un adecuado control debe apoyarse en los objetivos de la empresa, permitiendo comparar los planes con los resultados obtenidos; el plan debe ser flexible y mantenerse actualizado.

El doctor William Edwards Deming (Deming, 1982) considera que uno de los pilares básicos de la gestión de calidad es la medición. Si no se recogen datos, no puede medirse un proceso y, en consecuencia, no puede mejorarse. En efecto, sin mediciones no se tiene referencia de valores entre los cuales se mueven los procesos; se desconoce el cumplimiento de los requisitos de los productos/servicios con las especificaciones establecidas.

En la industria nuclear se entiende que la seguridad es prioritaria sobre aspectos económicos o de producción. Este concepto referido a la cultura de prevención se extiende en

los cuidados respecto a: la seguridad nuclear, la preparación para la emergencia, protección contra incendios, protección radiológica, seguridad industrial y protección del medioambiente. También, la cultura de prevención incluye actividades operativas y de mantenimiento.

Entonces, es fundamental una buena gestión de los recursos para mantener la cultura de la seguridad y la eficiencia en la producción de energía eléctrica. Para ello, es necesario contar con una buena política de producción, planificación y ejecución de las tareas, manteniendo los más altos niveles de calidad.

Es aquí donde comienza a tener un rol fundamental la utilización de una gestión de indicadores. Implementar un conjunto de indicadores como elementos básicos para un adecuado sistema de control en una compañía, impone como condición inicial el conocimiento de los procesos que en ella se desarrollan.

Es importante considerar que un indicador por sí mismo, nunca presentará un cuadro completo, no basta con recopilar información, sino que también es indispensable el procesamiento e interpretación de los resultados de la medición.

La gestión por indicadores debe de ser un objetivo a alcanzar para cualquier tipo de organización, y más para una que busca cumplir los máximos estándares de calidad a nivel mundial. De hecho, este es uno de los objetivos organizacionales que actualmente la empresa busca lograr.

El presente proyecto integrador tiene como objetivo identificar los principales indicadores que actualmente están en uso en la industria nuclear, específicamente, aquellos que componen el área de mantenimiento. El fin es alinear los indicadores del área con los objetivos empresariales para mejorar las actividades organizacionales de la Central Nuclear Embalse. Posteriormente, se proponen los lineamientos para la implementación y seguimiento de indicadores para contribuir con la mejora continua.

2- Objetivos generales y específicos

2.1 Objetivo general

El objetivo del presente proyecto integrador es contribuir a la mejora de la gestión por indicadores, lo cual, es un objetivo tanto del proyecto en sí como de la organización en la que se desarrolla. Esta contribución se logra mediante la incorporación de nuevos indicadores de mantenimiento, que permitan optimizar los procesos de gestión y realizar comparaciones con organizaciones líderes de la industria, a través del benchmarking.

2.2 Objetivos específicos

El proyecto tiene como objetivos específicos:

- Analizar la situación actual de la organización en la que se desarrolla el proyecto.
- Relevar el estado actual de los indicadores de la Gerencia de Mantenimiento y su funcionamiento.
- Desarrollar las bases teóricas para la definición de indicadores de manera general en la industria.
- Desarrollar un set acotado inicial de métricas relacionadas a la gestión de actividades de mantenimiento en la industria nuclear que permitan una mejor gestión de los recursos orientándose a la mejora continua de la organización.
- Incorporar a los procesos actuales de mejora continua de la organización actualmente en curso el uso de indicadores de mantenimiento.

3- Descripción de la empresa

3.1 Energía nuclear

La energía nuclear es la energía contenida en el núcleo de un átomo, es aquella que mantiene unidos neutrones y protones. Todos los elementos están formados por átomos, pero no todos los elementos pueden proporcionar el mismo nivel de energía. De hecho, aquellos que se denominan fisionables liberan alta energía al romperse o fisionarse sus átomos. Uno de estos elementos es el uranio, que se presenta en varias formas denominadas isótopos. La energía nuclear se puede utilizar para producir electricidad. Sin embargo, para su obtención debe ser liberada a través de dos formas: fusión nuclear y fisión nuclear.

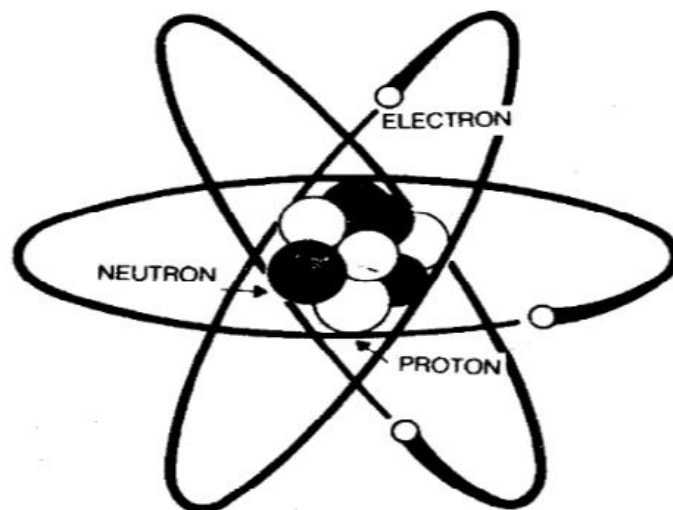


Figura 3.1.a: Esquema simplificado del átomo.

Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.

En la fisión nuclear, los núcleos se separan para formar núcleos más pequeños y liberar energía. Las centrales nucleares utilizan la fisión nuclear para producir electricidad. Cuando se produce, los átomos experimentan una ligera pérdida de masa que se convierte en una gran

cantidad de energía calorífica y de radiación. La energía calorífica producida se utiliza para producir vapor y generar electricidad.¹



Figura 3.1.b: Proceso simplificado de la fisión nuclear.
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.

3.1.1 Energía nuclear en el mundo

A finales de diciembre de 2021, la capacidad mundial de energía nuclear en funcionamiento era de 393,5 Gigawatts eléctricos (Gwe) procedentes de 441 (cuatrocientos cuarenta y uno) reactores nucleares operativos en 32 (treinta y dos) países, más de cien centrales se encuentran ubicadas en Estados Unidos. Además, se están construyendo más de 50 (cincuenta) centrales nucleares, en países como China, la India, Corea del Sur y Pakistán, entre otros.

En el mundo, la energía nuclear provee alrededor del 11% de la energía, aunque hay países como Francia, que obtienen entre el 70 y el 80% de su energía de reactores nucleares.

Numerosos países recurren a la ciencia y la tecnología nuclear para contribuir a sus objetivos de desarrollo, tanto en el ámbito de la energía, como en la salud humana, la producción de alimentos, la gestión del agua y la protección del medio ambiente. De hecho, de los nueve países menos contaminantes del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), siete de ellos tienen más de 20% de participación nuclear en su matriz energética.²

¹ Referencia: /31/- Central Nuclear Embalse (Relaciones Públicas) - Nucleoeléctrica Argentina SA, 1982.

² Referencia: /21/- Informe Pacto Global 2022 - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2022. <https://www.na-sa.com.ar/es/pactoglobal>

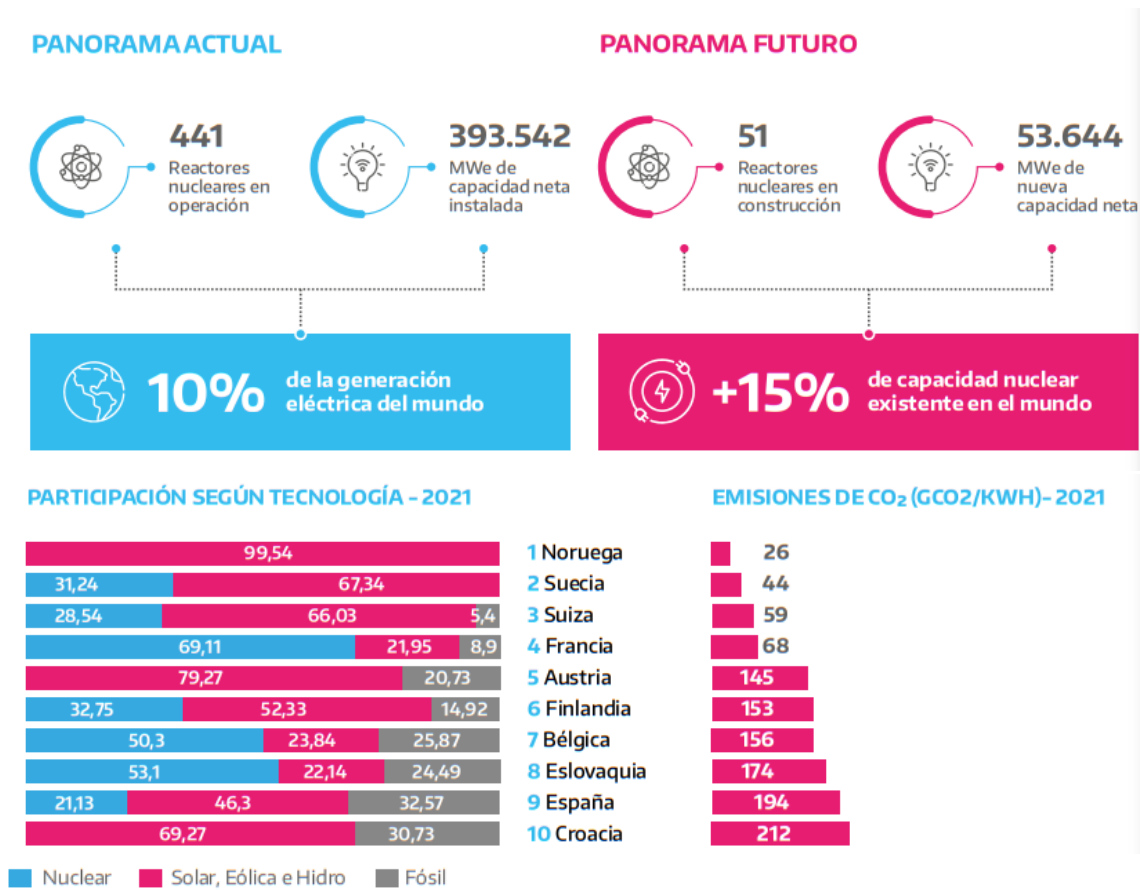


Figura 3.1.1.a: Panoramas de la energía nuclear en Argentina.
Fuente: Agencia Internacional de la Energía (IEA).

3.1.2 Energía nuclear en Argentina

Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima (NASA) es la empresa responsable de la operación de las centrales nucleares en la República Argentina, así como también, es una empresa de referencia en el Mercado Eléctrico Mayorista. De esta forma, NASA es un actor clave en las decisiones estratégicas del Estado Nacional de dar impulso al desarrollo de las aplicaciones de la tecnología nuclear con fines pacíficos ya que se promueve una matriz energética diversificada en donde la nucleoelectricidad cumple un rol destacado.

Creada el 7 de septiembre de 1994 por el Decreto N° 1.540, Nucleoeléctrica Argentina es una Sociedad Anónima que tiene por objeto desarrollar y comercializar la energía de generación nucleoelectrica vinculada con la actividad de las Centrales Nucleares.

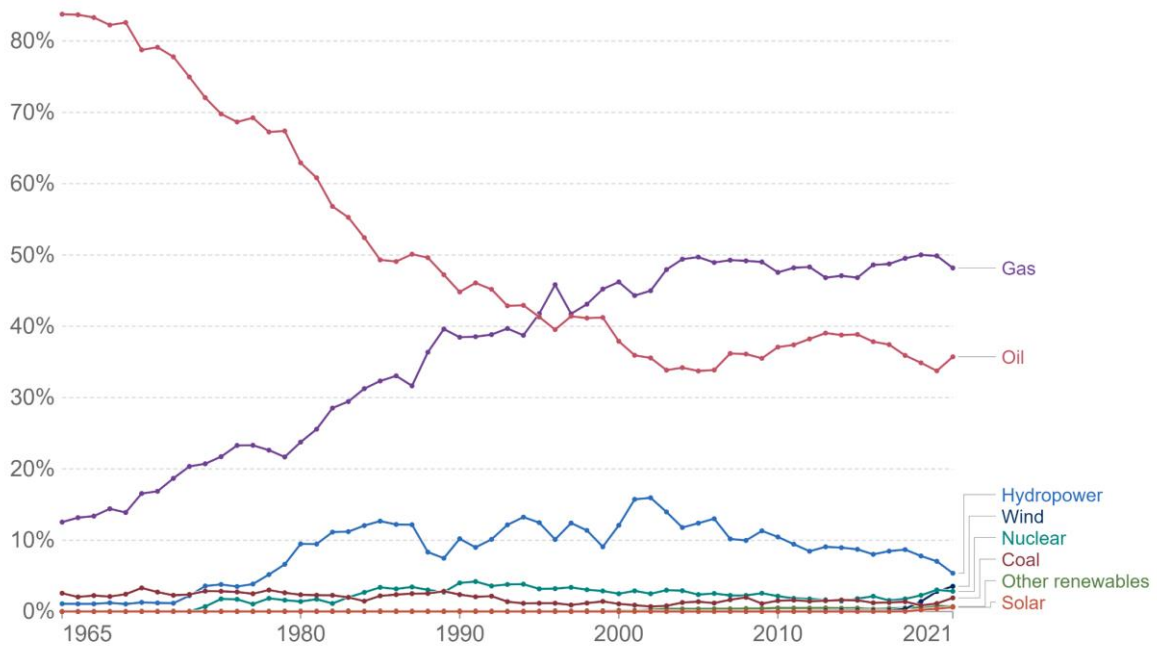


Gráfico 3.1.2.a: Evolución de la matriz energética en Argentina.
Fuente: Our World in Data.³

Nucleoeléctrica Argentina S.A., es una empresa en la cual el capital accionario se reparte entre el Ministerio de Economía con un 79 %, la Comisión Nacional de Energía Atómica con un 20 % e Integración Energética Argentina S.A. (IEASA) con el 1 %.

Para el desarrollo de la actividad económica, NA-SA definió metas a medio y largo plazo, como así también, identificó su razón de ser. A continuación, se enuncia la visión y misión de la empresa

Visión

“Situarse a Nucleoeléctrica como una empresa de excelencia en la operación, en el diseño y construcción de centrales nucleares e instalaciones complementarias, posicionando a la misma entre las de referencia a nivel mundial, efectuando un modelo de gestión que incluya la participación activa del personal.”

³ Referencia: /19/- Argentina: Energy Country Profile, Ritchie, H. and Roser, M. 2022. ourworldindata.org/energy/country/argentina

Misión

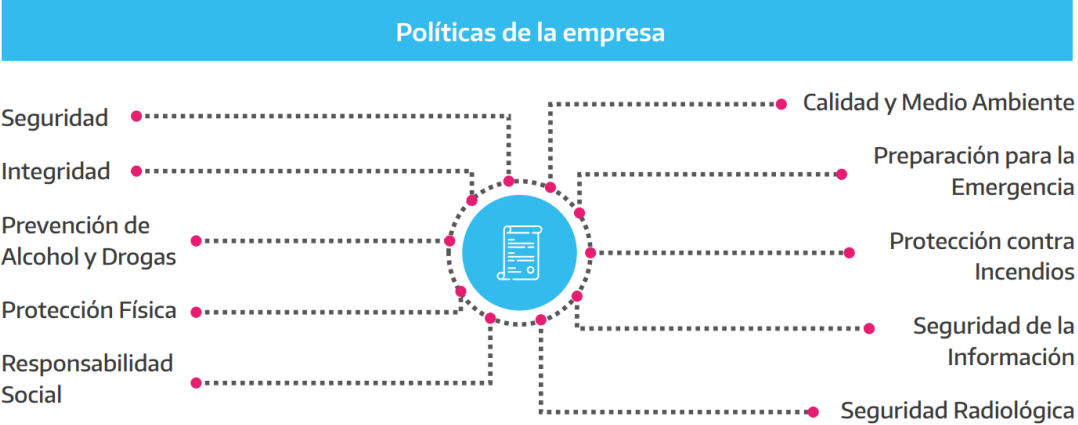
“Ser operador, diseñador, arquitecto y constructor de centrales nucleares, comprometida en la generación de energía eléctrica en forma segura, limpia, eficiente y competitiva, estableciendo una saludable cultura de la seguridad como valor central de la organización.”

Los valores de Nucleoeléctrica Argentina S.A. pueden resumirse en:

- *Seguridad*: la seguridad es el valor principal para los empleados, la sociedad y el medio ambiente.
- *Integridad y Transparencia*: Se compromete a efectuar una gestión abierta, transparente y ética, basada en el respeto por las leyes.
- *Búsqueda de la excelencia*: Mediante la definición de objetivos y metas que se encuentran destinadas a conseguir la máxima eficacia en la gestión para obtener los mejores resultados.
- *Compromiso Social*: Con empleados, accionistas, proveedores y comunidad.
- *Comunicación*: La comunicación con la sociedad y los trabajadores es fundamental, propiciando el diálogo con todos los grupos de interés.
- *Responsabilidad*: Desempeña la actividad con profesionalismo, valorando el medio ambiente y trabajando en forma sustentable para reducir el impacto teniendo en cuenta las generaciones futuras.
- *Igualdad y Diversidad*: Se compromete a la erradicación de prácticas discriminatorias y a redoblar el esfuerzo para generar un ámbito de trabajo libre de violencia, seguro, saludable y diverso.

Los valores reflejan los estándares de la empresa y son la expresión de la misión y visión. A partir de ello, la empresa establece políticas que conducen a alcanzar altos niveles de

seguridad, confiabilidad, competitividad y transparencia que garantizan la continuidad y el desarrollo de la Empresa.



*Figura 3.1.2.b: Esquema de las políticas empresariales de NASA.
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.*

La compañía es responsable de la producción de la energía generada por las centrales nucleares Atucha I, Atucha II y Embalse. Entre todas, aportan alrededor del 6% de la energía total producida en el país, a continuación, se listan las características fundamentales de las mismas.

Características fundamentales			
	Central nuclear Atucha I	Central nuclear Atucha II	Central nuclear Embalse
Reactor	SIEMENS PHWR vessel.	SIEMENS PHWR vessel.	CANDU 6 PHWR, pressure tubes.
Potencia	1,179 MWt / 362 MWe	2.175 MWt / 745 MWe	2,109 MWt / 648 Mwe (660 Mwe)
Moderador	D20 - Combustible: Uranio (0.85%)	D20 - Combustible: Uranio Natural	D20 - Combustible: Uranio Natural (0.85%)
Conexión a la red	1974	2014	1983

*Tabla 3.1.2.c: Características fundamentales de las centrales nucleares de Argentina.
Fuente: Autoría propia.*

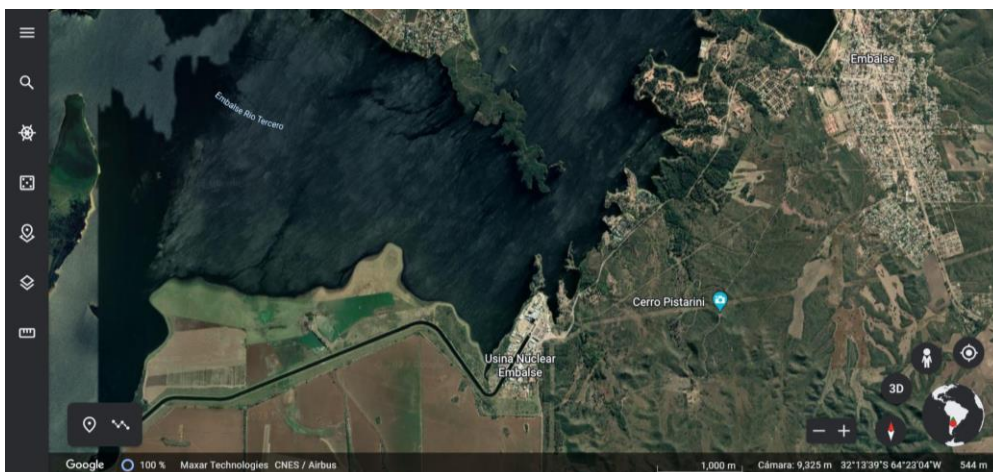
3.2 Descripción de la Central Nuclear Embalse

3.2.1 Ubicación

La Central Nuclear Embalse (CNE) se encuentra situada en la costa del Embalse de Río Tercero, Provincia de Córdoba, a 665 metros sobre el nivel del mar, y a aproximadamente 100 kilómetros de la ciudad de Córdoba y a 700 kilómetros de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.



*Figura 3.2.1.a: Vista aérea Central Nuclear Embalse.
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.*



*Figura 3.2.1.b: Vista satelital general CNE.
Fuente: Autoría propia.*



Figura 3.2.1.c: Vista satelital específica CNE.

Fuente: Autoría propia.

3.2.2 Reseña histórica

Se inició su construcción a partir de la autorización otorgada por el Poder Ejecutivo para llevar a cabo un acuerdo entre la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Atomic Energy of Canada Ltd. (AECL) e Italmimpianti con el fin de construir una central nuclear de reactor de agua pesada presurizada (PHWR), de 648 MWe brutos de potencia eléctrica, en Embalse, Córdoba. La Central Nuclear Embalse es, cronológicamente, la segunda Central Nuclear de nuestro país. Se inauguró en 1983 y comenzó su actividad comercial en el año 1984, habiendo tenido una alta performance de operación y con un costo variable de producción de los más bajos del sistema eléctrico nacional. En sus 32 años de operación, ha generado más de 140 millones de MWh de energía.

El reactor de la Central Nuclear Embalse es de tipo Canadian Deuterium Uranium (CANDU). Pertenece al tipo de centrales de tubos de presión, cuyo combustible es el uranio natural y su refrigerante y moderador es agua pesada. La carga y descarga del combustible se realiza durante la operación de la central, y los valores de potencia nominal son 600 MW de potencia eléctrica neta y 656 MW de potencia eléctrica bruta.

La energía aportada por la Central Nuclear Embalse es entregada a la red nacional del Sistema Argentino de Interconexión (SADI). La Central Nuclear Embalse también produce el isótopo cobalto 60 utilizado en la medicina, la investigación y la industria, constituyéndose en uno de los principales abastecedores del mercado local y mundial.

En el año 2007 comenzaron los estudios de envejecimiento de los sistemas de la central y de factibilidad técnica para poder realizar el Proyecto de Extensión de Vida. El final de la vida útil de la instalación se produjo a finales de 2015 con 224.800 horas de plena potencia. Luego de su parada de reacondicionamiento para extender su vida útil de operación en otros 30 años, se puso a crítico nuevamente (segunda criticidad) los días 4 de enero y el 22 de agosto de 2019. La Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) emitió la Licencia de Operación de la CNE para su segundo ciclo de vida, luego que la central completara satisfactoriamente las pruebas de puesta en marcha hasta el 100% de plena potencia. Desde el comienzo de su operación comercial en 1984, Embalse tuvo un factor de disponibilidad y de carga que excede el 80%. (Para más información sobre el funcionamiento de una central tipo CANDU ver Anexo II).⁴

La central cumple con todas las exigencias locales e internacionales y como todas las centrales nucleares argentinas cuenta con la Licencia de Operación por parte de la Autoridad Regulatoria Nuclear.

3.2.3 Especificaciones técnicas

Información técnica	
Tipo de reactor	Tubos de presión (CANDU)

⁴ Referencia: /13/- Central Nuclear Embalse - Nucleoeléctrica Argentina SA, <https://www.nasa.com.ar/es/centrales-nucleares/embalse>.

Información técnica	
Potencia térmica	2.064 MWt
Potencia eléctrica	656 Mwe
Moderador y refrigerante	Agua pesada (D2O)
Combustible	Uranio natural

Tabla 3.2.3.a: Características información técnica Central Nuclear Embalse.

Fuente: Autoría propia.

3.2.4 Funcionamiento

Como se mencionó anteriormente, las centrales nucleares son instalaciones industriales en las cuales se genera energía eléctrica a partir de la energía térmica que ha sido producida gracias a las reacciones de fisión nuclear que se dan en un reactor nuclear. El reactor nuclear es el componente principal de una central, ya que allí es donde se deposita el combustible nuclear, además, cuenta con sistemas que hacen posible iniciar, mantener y detener, de forma controlada, las reacciones nucleares de fisión que liberan una gran cantidad de energía térmica.

La energía térmica que se libera, es usada para calentar agua hasta que es convertida en vapor a alta temperatura y presión. El vapor alimenta a una turbina, haciéndola girar y esta se encuentra conectada a un generador que transforma la energía mecánica producida por el giro de la turbina en energía eléctrica.

Para verificar y asegurar el correcto funcionamiento de la central, se realizan periódicamente paradas programadas de planta. Las paradas de planta son un caso especial de mantenimiento sistemático, se llevan a cabo en este tipo de instalaciones por razones de seguridad y de producción.

3.2.5 Descripción del proceso

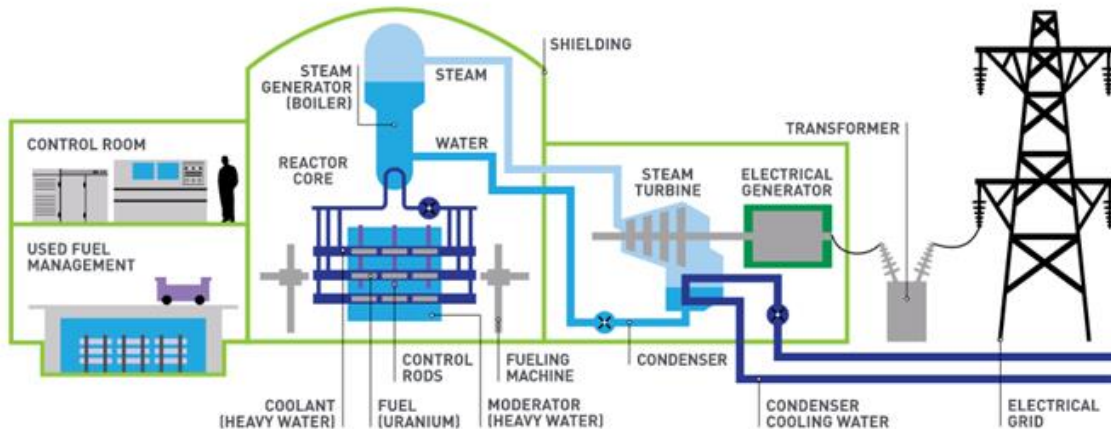


Figura 3.2.5.a – Disposición de un central tipo CANDU.

Fuente: *The Essential CANDU*.

Con el objetivo de producir energía eléctrica, es necesario la generación de calor. En el caso de las centrales nucleares, el calor es generado a través de la fisión de los átomos de uranio, estas fisiones se realizan en condiciones especiales y controladas, generando una reacción en cadena dentro del reactor. Además, en el interior del reactor, circula agua pesada que es impulsada por bombas que integran el circuito primario, el objetivo es mantener la temperatura del reactor. En esta parte del proceso, se transfiere el calor liberado de la fisión al agua pesada, generando la evaporación de la misma. El vapor de agua generado impulsa las turbinas conectadas a un generador eléctrico, completando así, el proceso de producción de electricidad. Continuando con el proceso, el vapor de agua que impulsa las turbinas se dirige al condensador. Dentro del mismo, el vapor de agua se condensa y se repite de nuevo el circuito primario. Las reacciones de fisión en el núcleo del reactor calientan agua a presión en un circuito primario de refrigeración. Un intercambiador de calor, también conocido como generador de vapor, transfiere el calor a un sistema de refrigeración secundario, que alimenta una turbina de vapor con un generador eléctrico acoplado (para un ciclo termodinámico Rankine típico). El vapor de escape de las turbinas se enfría, se condensa y se devuelve como agua de alimentación al generador de vapor. Para el enfriamiento final se suele utilizar agua de refrigeración de una

fuentes cercanas, en el caso de la CNE específicamente, se utiliza agua del lago Embalse de Río Tercero.

El combustible utilizado es el uranio natural que contiene un porcentaje de uranio 235 (U-235). La fisión de estos elementos libera neutrones de alta energía, que pueden hacer que otros átomos de U-235 del combustible sufran también la fisión.

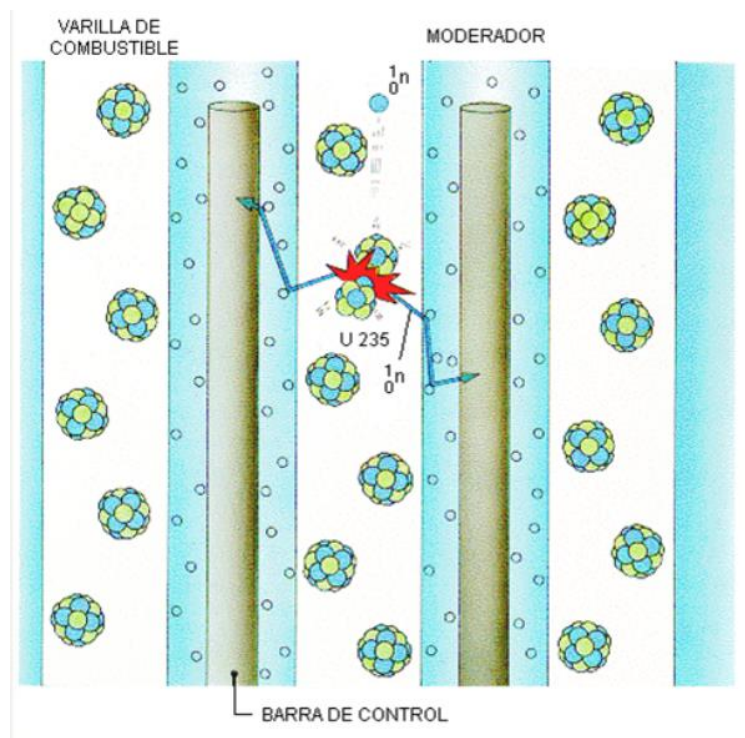


Figura 3.2.5.b – Generación de calor en el reactor.
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.

El reactor utiliza agua pesada (D₂O) como moderador. Los neutrones adicionales del agua pesada disminuyen su capacidad de absorber el exceso de neutrones, lo que se traduce en una mejor economía neutrónica. Para conocer las características distintivas de una central nuclear CANDU ver ANEXO II.⁵

La central se divide en dos partes distintas:

- Parte 1: isla nuclear donde está el núcleo del reactor. El edificio tiene varias barreras de confinamiento en caso de evento.

⁵ Referencia: /30/- The Essential CANDU - Wm. J. Garland, 2016.

- Parte 2: parte convencional de la central, común a todas las centrales eléctricas.

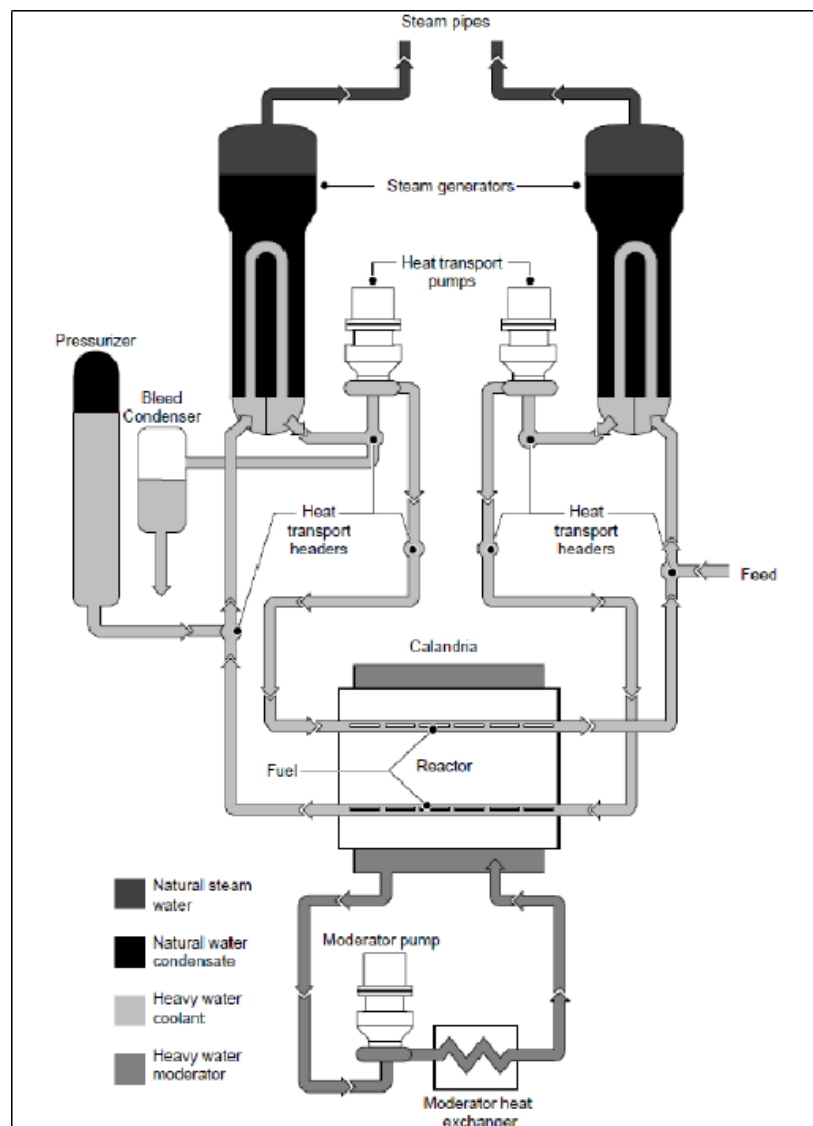


Figura 3.2.5.c: Sistemas principales.

Fuente: *The Essential CANDU*.

Los sistemas principales de un reactor CANDU se compone de:

- Calandria

El reactor propiamente dicho, está formado por un tanque cilíndrico horizontal de acero inoxidable denominado calandria, se halla penetrada horizontalmente por 380 canales en los cuales se encuentran almacenados los elementos combustibles. Cada tubo acumula 12 elementos combustibles. Además, la calandria contiene agua pesada que tiene la función de moderador.

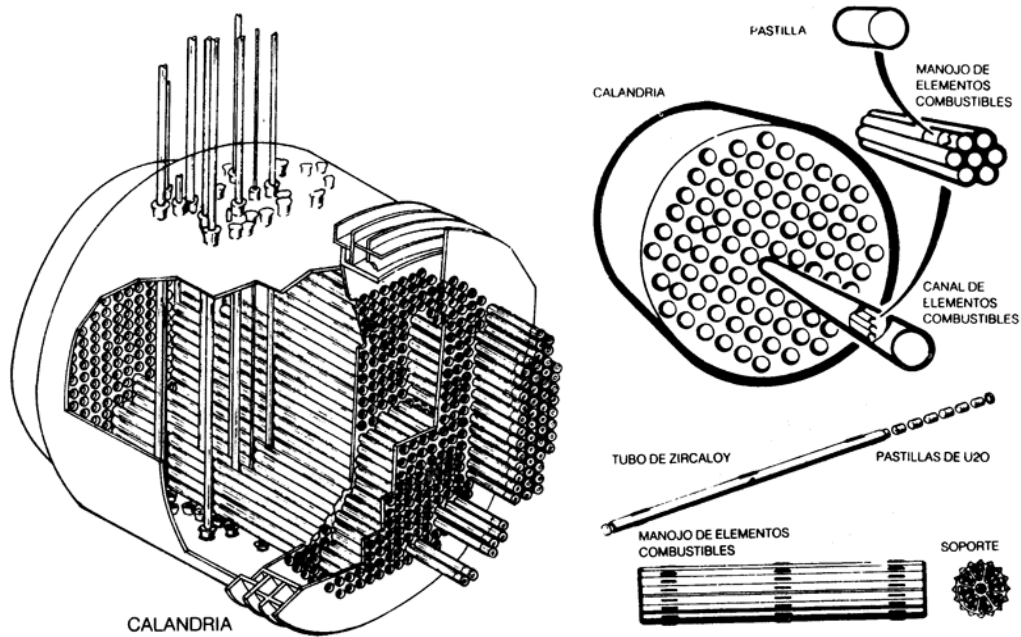
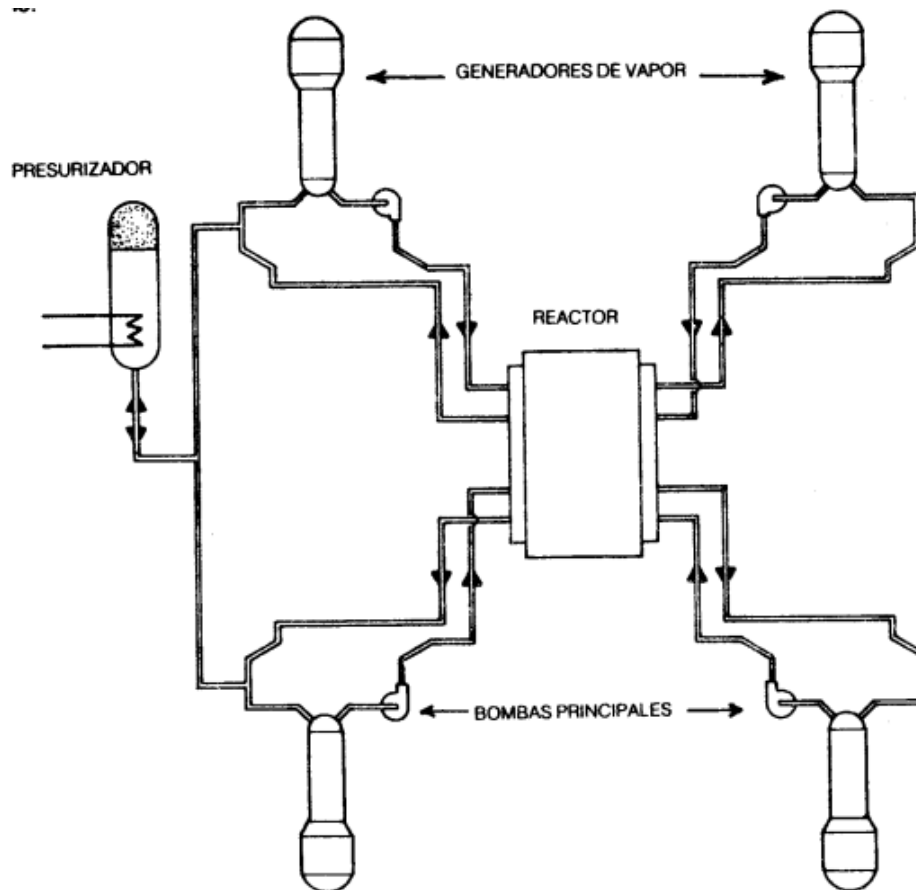


Figura 3.2.5.d: Representación de calandria y elementos combustibles.

Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.

- Sistema Primario de Transporte de Calor (T/C), circuito primario

Cuando el reactor está en régimen de potencia, el agua pesada del sistema primario circula a través de los canales de elementos combustibles impulsada por las bombas primarias o principales. El agua pesada extrae el calor producido por los elementos combustibles y lo transporta a los generadores de vapor, donde se produce la transferencia térmica hacia el sistema secundario. Desde el pie de los generadores de vapor, el agua pesada, que ya ha entregado su energía térmica, es impulsada nuevamente hacia los canales de elementos combustibles, completando la mitad de su recorrido dentro de un circuito cerrado o "loop" del sistema primario.



*Figura 3.2.5.e: Representación del sistema primario de transporte de calor.
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A*

- Sistema del moderador

Este sistema también contiene agua pesada. Se emplea para efectuar la moderación de los neutrones, provenientes de la fisión de los elementos combustibles, a efectos de posibilitar la reacción nuclear autosostenida. El sistema del moderador está constituido por un circuito cerrado. El agua pesada que él contiene rodea, por la parte externa, los tubos de calandria. Los componentes contenidos en los canales de elementos combustibles, como los canales en sí, están contruidos con materiales poco absorbentes de neutrones. Cuando tiene lugar la fisión del combustible, los neutrones atraviesan fácilmente los mencionados componentes, y alcanzan el agua pesada del moderador, por lo que se produce el efecto de moderación. Con el nivel adecuado de energía obtenido inciden en el combustible.

De esta manera, se logra mantener la reacción en cadena necesaria para el funcionamiento del reactor, habiendo dispuesto el conjunto de canales de elementos combustibles y masa del moderador en una configuración geométrica adecuada.

El proceso de moderación neutrónica produce calor. Debido a ello, el agua pesada del moderador es bombeada a través del circuito, por medio de bombas, hacia los intercambiadores de calor. Allí se realiza una evacuación térmica hacia el agua del lago por medio de un circuito abierto, denominado agua de procesos. El agua pesada, ya enfriada, es retornada a la parte inferior de la calandria, cumpliendo la totalidad de su circuito cerrado.

- Sistema de vapor y agua de alimentación o circuito secundario.

Contiene agua liviana común desmineralizada para evitar, de la mejor forma posible, la corrosión de los equipos que se encuentran en contacto con ella. Esta agua, en los generadores de vapor, es transformada en vapor de alimentación para el accionamiento de la turbina.

La turbina cuenta con una etapa de alta presión y tres de baja presión. Entre una y otras, se encuentran dos separadores de humedad y recalentadores, con el objeto de disminuir el contenido porcentual de humedad del vapor y aumentar su temperatura, antes de ser suministrado a las etapas de baja presión.

Este vapor, que ha accionado las etapas de baja presión, es condensado en un condensador de tres cuerpos verticales, existentes en la parte inferior de la turbina. La condensación se logra por el aporte refrigerante del agua del lago, que circula por la parte interna de tubos existentes dentro del condensador. El detalle de la disposición de los mismos, se describe en la presentación del sistema de agua de circulación. El agua obtenida en el fondo del condensador es bombeada, a través de una serie de precalentadores, hacia los generadores de vapor, recorriendo así, en su totalidad, el circuito cerrado del sistema secundario.⁶

⁶ Referencia: /31/- Central Nuclear Embalse (Relaciones Públicas) - Nucleoeléctrica Argentina SA, 1982.

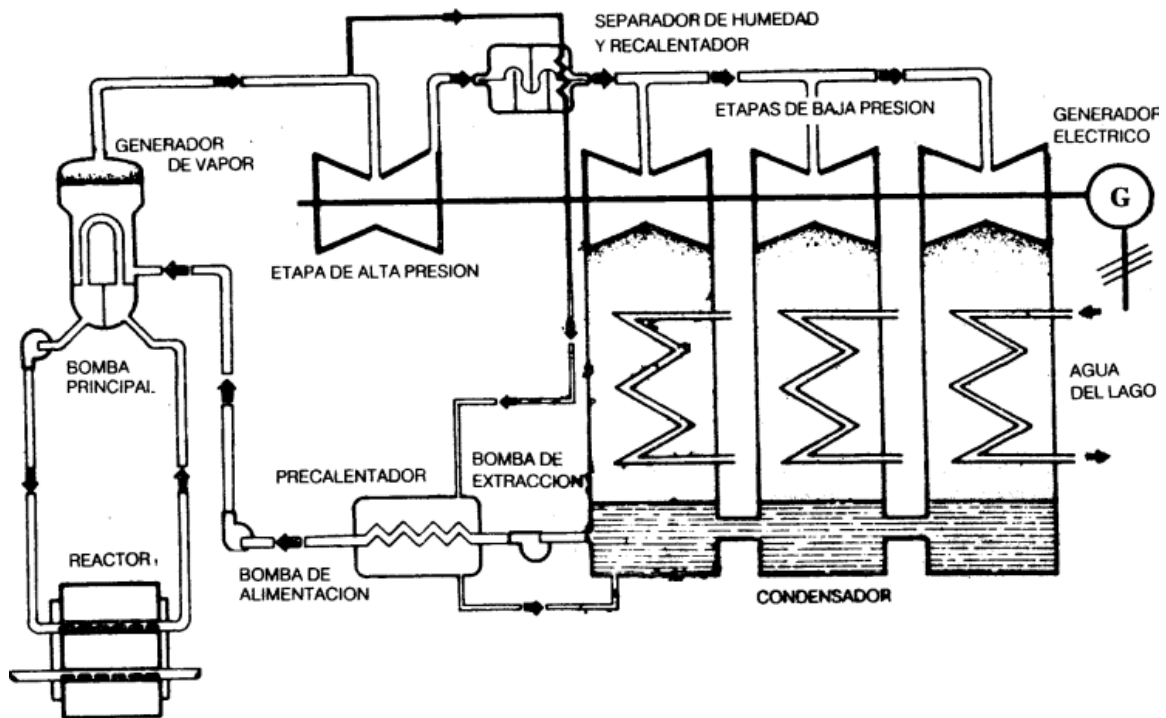


Figura 3.2.5.f: Representación del sistema primario de transporte de calor.
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.

3.2.6 Proyecto de extensión de vida

La Extensión de Vida de la Central Nuclear Embalse fue un proceso de reacondicionamiento que le permite operar por un nuevo ciclo de 30 años. Las principales actividades que se ejecutaron fueron el cambio de los canales combustibles (tubos de presión, tubos de calandria, accesorios extremos, tapón de cierre, tapón de blindaje y alimentadores), los generadores de vapor y las computadoras de proceso, entre otros.

El proyecto generó trabajo en forma directa a más de 3000 personas y favoreció el desarrollo de proveedores nacionales de bienes y servicios altamente calificados.⁷

La Extensión de Vida de la Central Nuclear Embalse, permite:

- Aportar energía en forma segura y confiable para más de 3 millones de habitantes.

⁷ Referencia: /13/- Central Nuclear Embalse - Nucleoeléctrica Argentina SA, <https://www.nasa.com.ar/es/centrales-nucleares/embalse>.

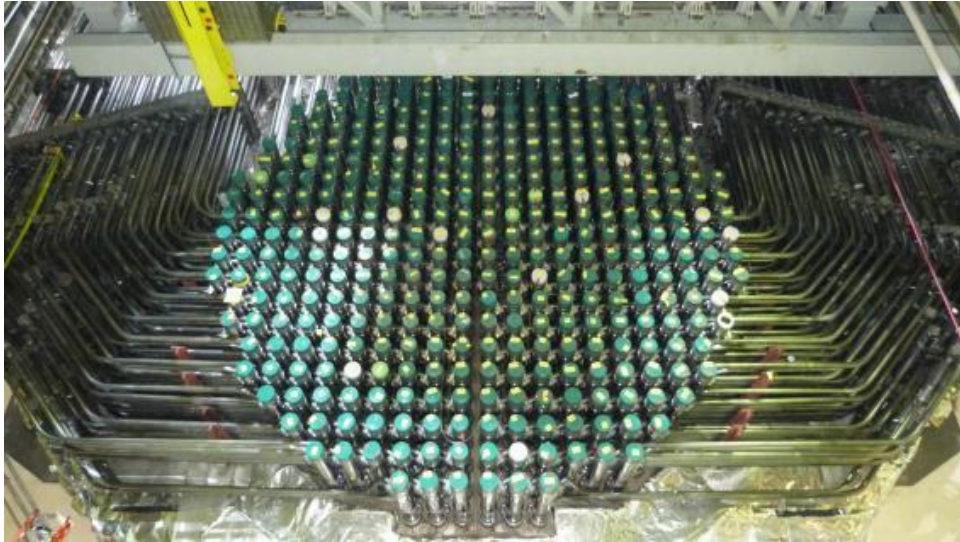
- Diversificar la matriz energética, contribuyendo al autoabastecimiento.
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Producir Cobalto 60 para abastecer el mercado interno en aplicaciones medicinales e industriales, y para exportación.
- Mantener la fuente de trabajo para más de 1000 familias durante los próximos 30 años.



*Figura 3.2.6.a: Cambio de Boilers principales.
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.*



*Figura 3.2.6.b: Trabajos dentro de Zona Controlada (ZC).
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.*



*Figura 3.2.6.c: Finalización de retubado del reactor.
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.*

3.2.7 Objetivos generales y específicos organizacionales

La empresa, NASA, anunció un “Plan Estratégico 2021-2030” , el mismo posee objetivos estratégicos a nivel de empresa y a nivel individual de cada una de las centrales nucleares para cumplir con el plan definido.⁸

Los objetivos estratégicos para el 2030, son:

1. Cero SCRAMs: Reducción total de las salidas de servicio no programadas de las centrales.
2. Menos 30% Dosis: Reducción de la dosis colectiva en un porcentaje mayor o igual a 30%.
3. Mejora constante y progresiva en:
 - Accidentes Industriales,
 - Desempeño Químico,
 - Confiabilidad de Sistemas de Seguridad,
 - Confiabilidad de Combustibles

⁸ Referencia: /11/- Plan Estratégico 2021-2030 - Nucleoeléctrica Argentina SA, <https://www.nasa.com.ar/storage/files/shares/Infograf%C3%ADa%20PE%202021-2030.pdf>

Respecto a los objetivos para la Central Nuclear Embalse, los enunciados de el plan operativo⁹ que se emite anualmente y que tiene un horizonte trianual son :

El Plan Operativo contiene, ordenados según su generalidad:

- **Objetivos estratégicos operativos**, directamente relacionados con el cumplimiento de los objetivos estratégicos, y son en general:

- Alcanzar los valores definidos por el “World Association of Nuclear Operators” (WANO) en todas las disciplinas intervinientes, expresado en WANO Performance Indicators (WPI).
- Implementar lo requerido por ARN sobre la construcción de un nuevo Centro Interno de Control de Emergencias (CICE).
- Construir el depósito de residuos radioactivos N°8 para residuos de media y baja radiación.
- Disponer en el Listado Maestro de Equipos (MEL) de la información y clasificación de los componentes correspondientes a los 40 sistemas del proceso de salud. Esta información será utilizada en la gestión de trabajos para identificar la criticidad de los componentes.

- **Objetivos operativos relevantes**

- Completar el montaje de aislaciones térmicas del ciclo térmico.

- **Objetivos operativos** vinculados con las iniciativas estratégicas de dos ejes:

➤ Eje rector “Seguridad”

1. Modificaciones a la instalación para robustecer la seguridad nuclear.
2. Reforzamiento de programas para robustecer la seguridad nuclear de la instalación.
3. Implementaciones de políticas para fortalecer la gestión en seguridad radiológica.

⁹ Referencia: /03/- GCIA-CNE-2022 Plan Operativo 2022-2024 - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2022.

4. Implementaciones de mejora de instalaciones y equipos de emergencia
 5. Implementaciones de mejora de instalaciones y equipos de protección contra incendios.
 6. Implementaciones de modificaciones para fortalecimiento de la protección física.
 7. Reforzamiento de programas para robustecer la cultura de la seguridad.
- Eje rector “Excelencia Operativa”
1. Implementar las modificaciones a la instalación prioritarias para asegurar la operación continua.
 2. Reforzamiento de programas para asegurar la confiabilidad de la instalación.

3.3 Organización

En la figura a continuación, se muestra el organigrama de la Central Nuclear Embalse. Los niveles jerárquicos se dividen en gerencia, subgerencias, departamentos, división ordenada según su relevancia. La compañía sigue una distribución piramidal. El mecanismo de coordinación por el cual se manejan las actividades es mediante la estandarización de los procesos. Las grandes subgerencias que conforman la organización son: Operaciones, Ingeniería, Seguridad y Radioprotección (RP), Producción y Mantenimiento. Esta última es en la cual está orientado el proyecto integrador.

GERENCIA CENTRAL NUCLEAR EMBALSE

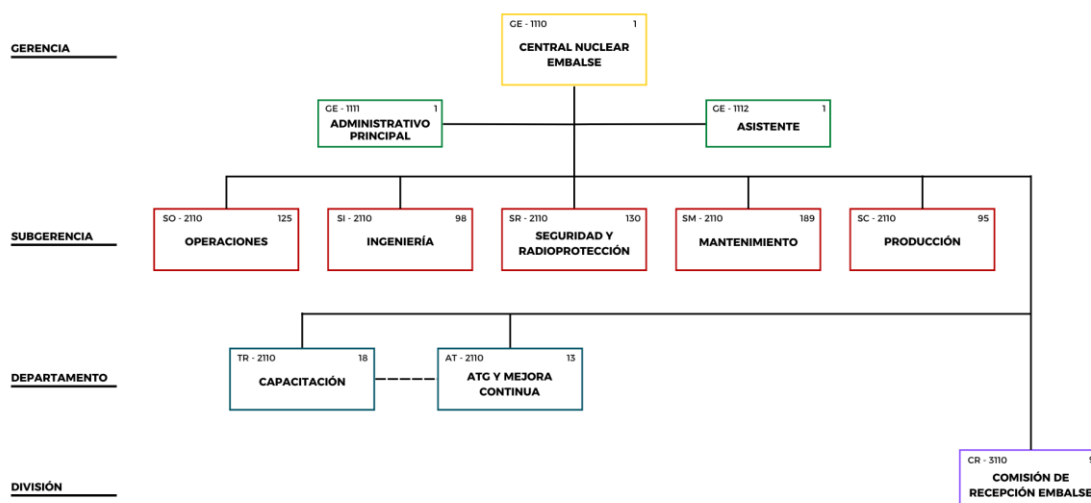
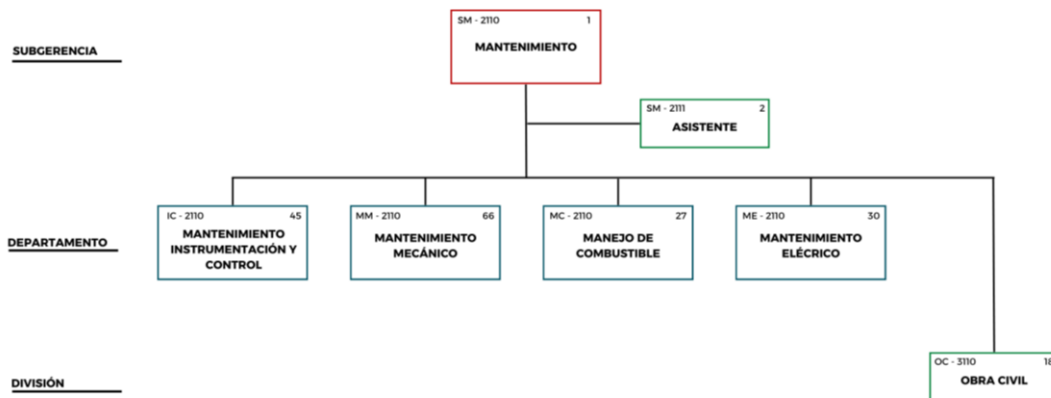


Figura 3.3.a: Organigrama general de la Central Nuclear Embalse.
Fuente: Autoría propia.

3.3.1 Sector mantenimiento

La subgerencia de mantenimiento tiene una gran importancia en la organización. En la siguiente figura, se puede observar la distribución de los departamentos y divisiones de la subgerencia. Las divisiones son en función de las actividades a las que se refiere el mantenimiento. Se pueden observar los siguientes departamentos: Mantenimiento de Instrumentación y Control (I&C), Mantenimiento Mecánico (MM), Manejo de Combustible (MC), Mantenimiento Eléctrico (ME) y la división de Obra Civil (OC).

SUBGERENCIA DE MANTENIMIENTO



*Figura 3.3.1.a: Organigrama Subgerencia de Mantenimiento.
Fuente: Autoría propia.*

La Subgerencia de Mantenimiento hace suyas las “Políticas y Principios de la Gerencia de CNE” y le otorga una atención prioritaria a los aspectos de seguridad y medio ambiente en todas sus actividades, tanto en operación normal como en paradas de planta. Para tales fines, la Subgerencia de Mantenimiento establece:

1. La Seguridad, en todos sus aspectos, es prioritaria
2. Las intervenciones de mantenimiento, ya sean de tipo correctivo, preventivo o predictivo, son eficientes y de alta calidad. Se fija la premisa “hacer las cosas bien desde la primera vez”.
3. El personal de mantenimiento desempeña sus actividades de acuerdo a lo establecido en las normas y procedimientos programáticos y de trabajo vigentes.
4. Los jefes y supervisores de mantenimiento muestran un alto compromiso con la seguridad.
5. Los objetivos de mantenimiento se fijan acorde a los establecidos por la gerencia de CNE en el Plan Operativo y se realiza un seguimiento para verificar su cumplimiento.
6. El personal de mantenimiento recibe una capacitación inicial y un entrenamiento continuo todos los años.
7. Se promueve el aprendizaje organizacional entre el personal de mantenimiento, impulsando la mejora continua.

8. Se mantiene la idoneidad y disponibilidad del personal de mantenimiento con rol definido en el Plan de Emergencia y en la Organización de Respuesta ante Emergencias (ORE).
9. Se promueve un ambiente de respeto y confianza mutua en toda la Subgerencia de Mantenimiento.
10. Las actividades de la Subgerencia de Mantenimiento se organizan a través del Programa de Gestión de Tareas y el Programa de Acciones Correctivas.
11. El personal suplementario y contratista bajo responsabilidad de la Subgerencia de Mantenimiento recibe una adecuada capacitación y está sujeto a las mismas normas de trabajo que el personal permanente de la planta.
12. Las actividades de mantenimiento se desarrollan bajo la Gestión Integrada de Riesgos de la Empresa.

A los fines de llevar a la práctica la política, se impulsan las siguientes herramientas de gestión:

- Priorización de la seguridad, se otorga la más alta prioridad a los aspectos de seguridad: seguridad nuclear, seguridad radiológica, seguridad industrial, protección física, gestión de calidad y medio ambiente y seguridad de la información
- Mantenimiento eficiente y de alta calidad, se identifican los siguientes factores: housekeeping, condición de materiales, exclusión de materiales extraños y conservación de sistemas, equipos y componentes, grupo de trabajos emergentes, uso de herramientas de trabajo y de instrumentos, productos químicos y repuestos

Con respecto a los objetivos de la Subgerencia de Mantenimiento, los mismos se fijan de acuerdo a los establecidos por la Gerencia de CNE en el Plan Operativo y se realiza un seguimiento periódico para verificar el cumplimiento de las acciones que de él se desprenden.

Anualmente, los objetivos de la subgerencia son revisados y actualizados en caso de ser necesario.¹⁰

3.3.2 Manejo de las actividades

La gestión de tareas se realiza mediante un sistema de órdenes de trabajo (OT), un proceso en el cual se identifican, preparan, programan, ejecutan y cierran actividades de forma que se contribuya a garantizar niveles altos de seguridad y fiabilidad en la operación de la planta. Además, asegura que se utilicen eficazmente los recursos y se mejore la condición de los equipos.¹¹


	N° ORDEN DE TRABAJO		OT MADRE		*158597*	
	158597					
	PM	REV	TIPO DE MANTENIMIENTO		COMPONENTE	
			ELECTIVO		63105	
SOLICITANTE	PRIORIDAD/FRECUENCIA		SECTOR EJECUTANTE		DESCRIPCIÓN COMPONENTE	
ARABITI	3-EJECUCION DENTRO DE LOS 30 DIAS /		MANTENIMIENTO INSTR. Y CONTROL		SIST.LOCALIZ.ELEMENTOS COMB.DEFECTUOSOS	
C. SEG.	CRIT.	QC	SALA	POSICION	SPV	CRITICIDAD
DESCRIPCIÓN DEL FALLO						
Realizando un rastreo con el sistema 63105 se observó que el detector N°10 (R-304) midió cero cuentas en varias posiciones. Si bien este detector había mostrado el mismo comportamiento anteriormente, en esta medición falló en más oportunidades. Se solicita revisar cableado y conectores de señal y HV de este detector. Coordinar con Física.						
DIRECTIVA - ALCANCE						
Reparar						

Figura 3.3.2.a: Presentación básica de una OT.

Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.

El objetivo de la gestión de tareas es evaluar los nuevos trabajos. Se define el alcance del trabajo, su planificación, programación y ejecución de manera que se garantice la operación segura y confiable de la planta. Esta metodología proporciona un enfoque integral entre la

¹⁰ Referencia: /01/- MCM-CNE: Manual General de la Subgerencia de Mantenimiento - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2018.

¹¹ Referencia: /04/- PG-1008 Gestión de tareas - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2022.

gestión de trabajo y el proceso de confiabilidad de equipos. Los principios fundamentales de la gestión de trabajos son:

- Garantizar la seguridad nuclear proporcionando identificación oportuna, detección, alcance, planificación, programación, preparación y ejecución del trabajo necesario para maximizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y sistemas de la planta.
- Gestionar el riesgo asociado al trabajo.
- Identificar los efectos de las tareas a ejecutar a fin de proteger la planta de eventuales transitorios no anticipados.

El fin de esta metodología de trabajo es promover la seguridad nuclear, optimizar los sistemas de seguridad, mejorar el rendimiento de la seguridad industrial, reducir al mínimo la dosis de radiación, mejorar el rendimiento de los equipos y la salud de los sistemas y aumentar la estabilidad de los programas. Para ver en detalle el proceso de manejo de actividades se puede consultar el Anexo III.

A continuación, se describe una representación gráfica general del proceso de manejo de actividades:

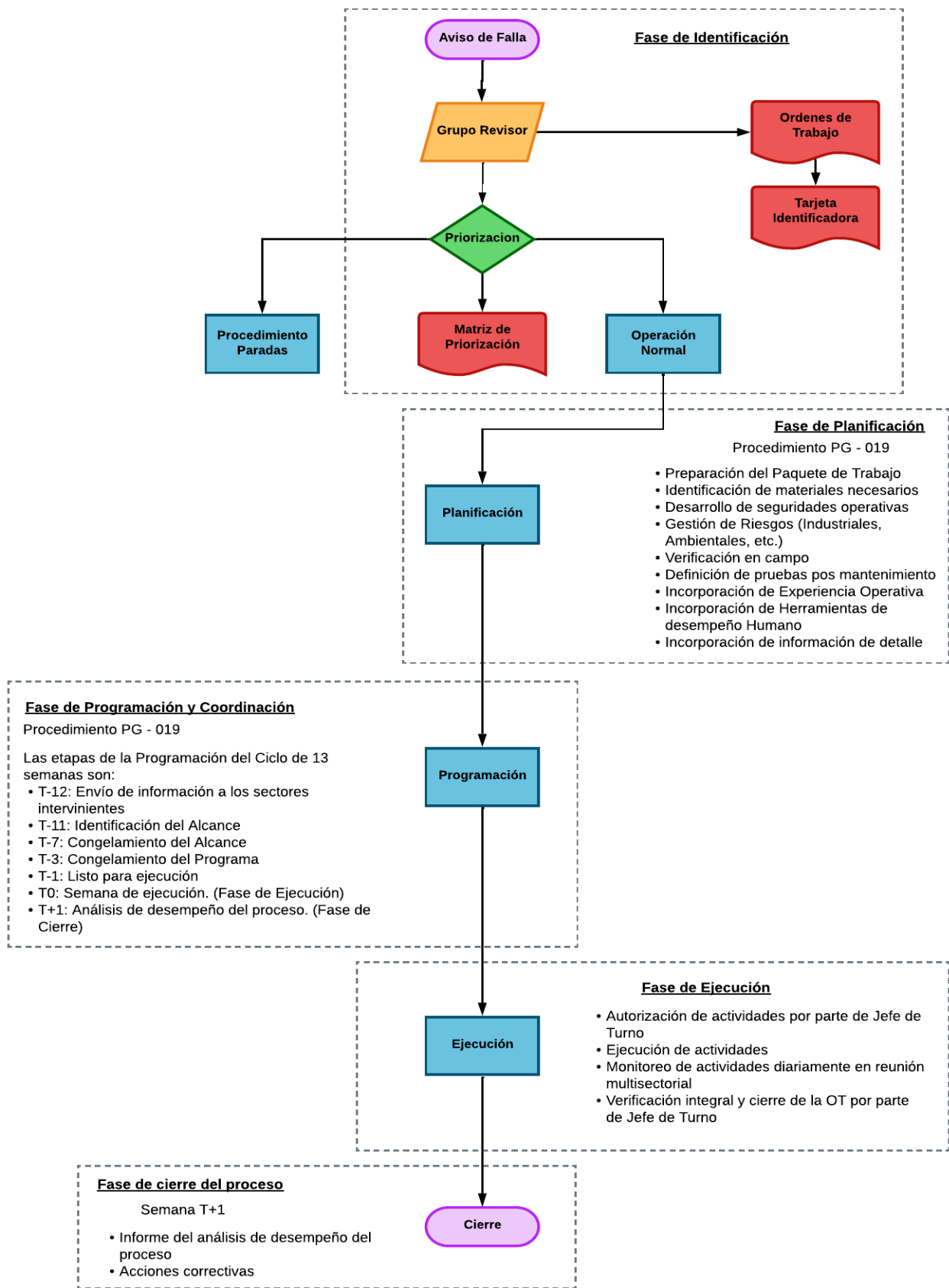


Figura 3.3.2.b: Representación gráfica general del proceso de manejo de actividades.

Fuente: Autoría propia

3.3.3 Actividades del área

Previamente a delimitar las actividades del área de mantenimiento, es necesario definir algunos conceptos básicos referidos al mantenimiento de acuerdo con el procedimiento “PI-1010 Mantenimiento preventivo y predictivo en CNE”¹²:

- *Mantenimiento correctivo*

Se denomina mantenimiento correctivo a aquél que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos.

- *Mantenimiento predictivo*

El mantenimiento predictivo son una serie de acciones que se toman mediante técnicas especiales (análisis de forma de corriente, termografía, vibraciones, etc.) que se aplican con el objetivo de detectar o predecir posibles fallas y defectos de maquinaria en las etapas incipientes para evitar que estos fallos se manifiesten en uno más grande durante su funcionamiento, evitando que ocasionen paros de emergencia.

- *Mantenimiento preventivo (PM)*

Es el mantenimiento destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisiones y reemplazos / reparaciones anticipadas, que garanticen el funcionamiento y fiabilidad en las condiciones deseadas de diseño.

El personal de mantenimiento en su totalidad, difunde y aplica diariamente las Técnicas de Prevención de Error, garantizando así, que las tareas se ejecutan de la manera más segura y eficiente posible. Para esto es fundamental el uso constante de las siguientes herramientas de desempeño humano:

- Reunión Pre-Trabajo.

¹² Referencia: /06/- PI-1010 Mantenimiento preventivo y predictivo en CNE - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2021.

- Reunión Post-Trabajo.
- Uso y apego a los procedimientos.
- Comunicación efectiva.
- Verificación de pares.
- Verificación independiente.
- Auto-Verificación (OPERAR).
- Actitud cuestionadora.
- Toma de decisiones conservadoras.

Para organizar las tareas de mantenimiento, se utilizan dos herramientas principales:

- Gestión de Tareas de Mantenimiento: Como fue mencionado en el punto 2.3.2, el sector de mantenimiento se adhiere a la implementación de un programa de Gestión de Tareas (Work Management) para la identificación, selección, planificación, programación y coordinación de las actividades de mantenimiento. El programa asegura que estén claramente definidas las funciones y responsabilidades, las prioridades, el alcance, la planificación y la programación, para completar las tareas de manera segura, eficaz y oportuna.
- Programa de Acciones Correctivas: El Programa de Acciones Correctivas hace hincapié en la identificación inmediata de los problemas, su evaluación exhaustiva, y su resolución eficaz y oportuna, estableciendo prioridades en función de su relación con la seguridad. La Subgerencia de Mantenimiento monitorea el estado de las acciones bajo su responsabilidad y las resuelve oportunamente.¹³

¹³ Referencia: /01/- MCM-CNE: Manual General de la Subgerencia de Mantenimiento - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2018.

3.4 Gestión de los recursos

En lo referido a recursos humanos, en la central nuclear de embalse, trabajan alrededor de 1200 empleados que trabajan en diversos sectores, y una importante proporción de ellos son profesionales, especialmente en cargos de toma de decisiones. La presencia de profesionales altamente capacitados y con experiencia es crucial en la industria nuclear, ya que la operación segura y eficiente de una central nuclear requiere un alto nivel de conocimiento técnico y habilidades especializadas. Los profesionales en cargos de toma de decisiones en particular, tienen la responsabilidad de garantizar que se cumplan las normas de seguridad y que se tomen las medidas necesarias para prevenir accidentes.



*Figura 3.4.a: Actividades en CNE.
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.*

Específicamente en el sector de mantenimiento cada departamento tiene su propio taller para realizar sus actividades diarias. En estos talleres, trabajan técnicos y profesionales especializados en la realización de tareas de mantenimiento. Estos lugares son esenciales para llevar a cabo sus operaciones diarias. El personal especializado que trabaja en los talleres tienen la tarea de garantizar que los equipos y maquinarias estén en óptimas condiciones de funcionamiento, lo que a su vez ayuda a reducir el tiempo de inactividad y los costos de

mantenimiento. Además, los trabajadores realizan una amplia gama de tareas de mantenimiento, como la reparación y el reemplazo de piezas y componentes, el mantenimiento preventivo y la solución de problemas en caso de fallas. También, pueden encargarse de la calibración y el ajuste de los equipos para garantizar su rendimiento óptimo. El equipo cuenta con un programa de capacitación continuo, contribuyendo con el desarrollo profesional de los trabajadores tanto en tareas específicas como generales de la organización.



*Figura 3.4.b: Taller de mantenimiento mecánico “e5”.
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.*

En una central nuclear es esencial contar con recursos físicos de alta calidad que cumplan con las exigencias nacionales e internacionales para garantizar la seguridad y la confiabilidad de los equipos. Estos recursos incluyen equipos de medición, instrumentos de control, componentes y materiales utilizados en la construcción y operación de la central.

Los equipos de medición deben ser precisos y confiables para garantizar una supervisión precisa del rendimiento y la seguridad de la central. Los instrumentos de control deben ser capaces de realizar ajustes precisos en los sistemas y equipos para garantizar su correcto funcionamiento y evitar fallas o mal funcionamiento. Los componentes utilizados en la construcción de la central nuclear deben ser de alta calidad y duraderos, para garantizar su capacidad de soportar las condiciones extremas y los rigores de la operación nuclear.



*Figura 3.4.c: Personal de CNE con instrumentos de medición.
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.*

Es importante que los recursos físicos utilizados en una central nuclear cumplan con todas las normas y regulaciones aplicables para garantizar la seguridad y protección de las personas y el medio ambiente. Además, estos recursos deben ser sometidos a pruebas y controles de calidad rigurosos para garantizar que cumplan con los estándares requeridos y que estén en perfectas condiciones para su uso.

La gestión de la documentación se realiza a través del programa SmartPlant. La actividad de los mantenimientos se encuentra regida por los procedimientos de planta de acuerdo a los requerimientos del manual de aseguramiento de calidad.

Respecto a la seguridad de la información, basados en el Manual de Gestión de la Seguridad de la Información¹⁴ la misma se encuentra enfocada principalmente en:

¹⁴ Referencia: /18/- Manual de Gestión de la Seguridad de la Información - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2015. - <http://intranetnasa.central.nasa.central/system/files/2019-08/manual.pdf>

- ❖ Asegurar la información: realizar un esfuerzo continuo para gestionar adecuadamente la seguridad de la información, los sistemas informáticos y el ambiente tecnológico de la empresa
- ❖ Adaptar la gestión a la normativa aplicable: cumplir con las disposiciones legales vigentes
- ❖ Promover la capacitación del personal en la seguridad de la información
- ❖ Favorecer la comunicación interna y externa
- ❖ Mejorar continuamente la gestión de la seguridad de la información

Los documentos mediante los cuales se implementa el sistema de gestión de seguridad de la información, tales como normativas, procedimientos, instructivos, planillas técnicas, entre otros, son preparados, revisados, aprobados, emitidos y distribuidos según las necesidades del sistema. Además, los mismos deben de ser actualizados y revisados periódicamente. Las personas que realizan estas actividades deben tener los conocimientos y acceso a la información adecuada.

3.5 Análisis de la situación actual

3.5.1 Análisis de la situación del sector a través de las fuerzas competitivas del mercado

1. Poder de negociación con los clientes

En base a la información proporcionada, las empresas que prestan el servicio de provisión de energía eléctrica están en una posición de debilidad en términos de poder de negociación debido a que su precio está regulado por el sistema interconectado nacional y el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), lo que significa que no pueden establecer precios diferentes para diferentes clientes.

Al tener un cliente único, las empresas no tienen mucho poder para negociar precios más altos o mejores condiciones contractuales, ya que el cliente tiene el control del mercado y puede buscar alternativas si no está satisfecho con los precios o la calidad del servicio. Además, al estar reguladas, las empresas deben seguir ciertas normas y regulaciones que limitan su capacidad de fijar precios y establecer políticas.

Es importante que las empresas busquen formas de mejorar su eficiencia y reducir sus costos operativos para mejorar su rentabilidad y compensar esta debilidad en el poder de negociación.

2. Poder de negociación con los proveedores

El poder de negociación con los proveedores puede variar según diversos factores, como la cantidad de proveedores disponibles, la importancia relativa de los proveedores en el proceso productivo y la competencia en el mercado.

Los proveedores principales son aquellos que suministran el uranio natural para el funcionamiento de la planta. El uranio como elemento combustible es considerado un “commodity” internacional y su precio está regulado, lo que limita la variedad de materias primas y, por ende, la capacidad de negociación en términos de precios.

Sin embargo, se necesitan muchos otros proveedores para el funcionamiento general de la planta, entre ellos se pueden destacar tanto proveedores de servicios de ingeniería como de bienes físicos (equipos, repuestos y consumibles), que deben tener las certificaciones necesarias para realizar sus actividades. En general los trabajos tercerizados son gestionados mediante licitaciones públicas.

Se puede concluir que el poder de negociación con los proveedores es bajo.

3. Rivalidad entre competidores existentes

Es importante tener en cuenta que, en la extensión del territorio argentino, la única organización que controla la industria de producción de energía eléctrica a través del medio nuclear es la Nucleoeléctrica Argentina SA. Si bien, es cierto que existen algunas organizaciones de ámbito nuclear, las mismas no son competidoras en el rubro, ya que cada una de estas organizaciones tiene diferentes áreas de especialización y competencias que les permiten ofrecer diferentes servicios y productos relacionados con la energía nuclear.

La industria nuclear se enfrenta a una competencia cada vez mayor debido a la creciente oferta de servicios complementarios en el mercado de la energía, esto se debe al avance de las tecnologías que ha permitido el desarrollo de nuevas alternativas energéticas.

Sin embargo, la energía nuclear sigue siendo una fuente importante de energía eléctrica y continúa desempeñando un papel fundamental en la matriz energética. A pesar de la competencia, la energía nuclear sigue siendo una opción atractiva para muchos países debido a su alta capacidad de generación energética, su fiabilidad y su bajo costo de producción a largo plazo.

Además, es importante tener en cuenta que la energía nuclear tiene algunas ventajas sobre otras formas de producción de energía. Por ejemplo, la energía nuclear es una fuente de energía convencional considerada limpia y segura, ya que no emite gases de efecto invernadero ni otros contaminantes atmosféricos y tiene un bajo riesgo de accidentes en comparación con otras formas de producción de energía. El principal residuo generado por la operación de la planta son los elementos combustibles quemados, los cuales son altamente radiactivos. Una ventaja es que la cantidad generada en toda la vida de la central constituye un volumen manejable que puede ser segregado y controlado en condiciones seguras. Esto es aproximadamente 6 años en piletas y luego almacenados en seco en silos de hormigón con liner de acero. Por el momento no existe en Argentina, una disposición más allá de los 50 años. Y

debido a la alta actividad de los mismos, deberán ser monitoreados en condición segura durante mucho tiempo luego que finalice la vida útil de la planta hasta que se decida qué hacer con ellos. Por otra parte, también la planta emite una cierta cantidad de radionucleidos tanto en estado líquido como gaseoso, siempre dentro de los límites permitidos.

Las principales desventajas de la producción de energía nuclear son los costos: la construcción y operación de centrales nucleares es muy costosa y a menudo requiere de una gran cantidad de financiamiento gubernamental. Además, los costos de mantenimiento y desmantelamiento de las centrales nucleares son elevados y la industria está restringida por ciertos aspectos geográficos: la ubicación de las centrales nucleares está limitada por la necesidad de estar cerca de grandes cuerpos de agua para la refrigeración, limitando la disponibilidad de lugares adecuados para la construcción de centrales nucleares.

En conclusión, las otras formas de producción de energía eléctrica incluyendo tanto las convencionales como las alternativas generan una gran presión en la industria energética.

4. Amenaza de nuevos competidores

La amenaza de nuevos competidores se refiere a la posibilidad de que nuevas empresas entren en el mercado y compitan con las empresas ya establecidas. Las barreras de entrada son los obstáculos que deben superar las empresas que intentan ingresar a un mercado. Cuanto mayores sean las barreras de entrada, es más difícil para las nuevas empresas competir, entonces la amenaza de nuevos competidores es baja.

En el caso de la industria nuclear, las barreras de entrada son extremadamente altas debido a la gran inversión inicial necesaria y la estricta normativa estatal que debe cumplirse. Esto hace que sea muy difícil para nuevas empresas entrar en el mercado y competir con las empresas ya establecidas. Como resultado, la amenaza de nuevos competidores en la industria nuclear es baja.

5. Amenaza de productos y servicios sustitutos

La producción de energía es un sector en cierta medida impulsado por la demanda y la oferta de electricidad, y se considera una "commodity" debido a su carácter básico y amplio uso en diversos sectores de la economía. Los servicios o tecnologías sustitutos que puedan ejercer presión directa sobre la industria de la energía nuclear en términos de capacidad y escala de generación son limitados.

Teniendo en cuenta tecnologías más específicas, como los paneles solares y las baterías, actualmente se utilizan principalmente a nivel residencial y comercial para complementar el suministro de energía. Sin embargo, es importante destacar que la tecnología de paneles solares está en constante evolución y desarrollo. A medida que avanza la investigación y se logran mejoras en la eficiencia de los paneles solares y el almacenamiento de energía en baterías, es posible que en el futuro estas tecnologías sean más viables para la producción de energía a gran escala, incluyendo aplicaciones industriales. Sin embargo, estas tecnologías aún se encuentran en etapas de investigación y desarrollo y no han alcanzado la misma madurez y competitividad que la energía nuclear en términos de capacidad de generación.

En resumen, actualmente no existen servicios sustitutos directos que puedan ejercer presión sobre la producción de energía nuclear a gran escala.

3.5.2 Análisis FODA

Al ser Nucleoeléctrica Argentina S.A el único generador de nucleoelectricidad del país, posiciona a la organización como un importante operador dentro de la matriz energética nacional. La matriz FODA es una herramienta de planificación estratégica que considera los factores internos y externos que afectan a la organización, analiza si los mismos generan efectos favorables o adversos para el cumplimiento de los objetivos del Plan Estratégico.

➤ Fortalezas

- Vinculación con organismos de interés, tanto nacionales como internacionales (CNEA, WANO, EPRI, COG, IAEA, entre otros).
- Revisión permanente de pares.
- Operación y experiencia consolidada con años de operación.
- Plantel especializado y calificado.
- Cumplimiento de mecanismos y procesos establecidos por organismos de control y regulación.
- Certificación del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001.
- Certificación del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001.
- Certificación norma IRAM 13:2013- SIGEN.

➤ Debilidades

- Centrales nucleares de diseño único (prototipo).
- Retiro de un número importante de personal experimentado combinado con las dificultades en la identificación y formación de reemplazos - afecta al mantenimiento.
- Inadecuada distribución de RRHH - afecta al mantenimiento.
- Largos periodos de entrenamiento de personal calificado requerido por la industria - afecta al mantenimiento.
- Falta de un sistema de gestión integrado - afecta al mantenimiento.
- Falta de actualización y/o modernización de sistemas de gestión - afecta al mantenimiento.
- Dificultades de comunicación interna como externa - afecta al mantenimiento.
- Deficiencia en la gestión documental.

Aclaración: las debilidades identificadas como “afecta al mantenimiento” pueden ser disparadores de acciones correctivas y, en su efecto, mitigadas a través de una correcta implementación de Indicadores de Gestión.

➤ Oportunidades

- Demanda creciente de energía.
- Crecimiento nacional e internacional de la industria nuclear.
- Impulso del estado a la opción nucleoelectrica.
- Desarrollo de nuevos proveedores de bienes y servicios para el sector.
- Predisposición para la cooperación con organismos nacionales para la solución de problemas.
- Capacidad de brindar servicios a la industria nacional e internacional.

➤ Amenazas

- Desarrollo de gas no convencional que presiona a la baja en el costo de la generación de electricidad.
- Desarrollo de energías alternativas.
- Incertezas macroeconómicas.
- Falta de un abordaje integral de la gestión de residuos radiactivos.
- Alta dependencia del contexto político para la realización de proyectos nucleares.
- Falta de financiamiento para la realización de proyectos nucleares.
- Cambios en la normativa que pueden afectar a la industria nuclear.
- Escasez de personal calificado (especialistas) en el mercado.
- Alza en los precios internacionales de suministros y servicios en la industria nuclear que afecten a los costos operativos de las centrales nucleares.
- Cuestionamiento del beneficio.

3.5.3 Evaluación externa

Un análisis PEST, también conocido como PESTEL, sirve para identificar los factores externos del negocio que pueden influir en su desarrollo. Con factores externos nos referimos a condiciones políticas, económicas, sociales, tecnológicas, ecológicas y legales que pueden afectar a una empresa.

- Político

La situación en Argentina es compleja y está en constante cambio. Si bien, en los últimos años, el gobierno ha buscado fomentar el desarrollo industrial en el ámbito nuclear, el desenvolvimiento de esta industria puede verse influenciado por una variedad de factores, como la inversión en investigación y desarrollo, la infraestructura y los recursos disponibles.

Si bien en su esquema de funcionamiento Nucleoeléctrica Argentina SA, se parece mucho a una empresa privada, es una empresa dependiente del estado nacional a través de la secretaría de energía. De hecho, los presidentes de la empresa y los directores son designados por la asamblea de accionistas, la cual está influenciada por dicha secretaría. Por lo tanto, en comparación con otras industrias el aspecto político tiene un peso relativo muy grande comparado con los otros factores. Por otra parte, la disponibilidad de energía es a los fines políticos un aspecto clave, con un alto impacto en la opinión pública, siendo NA-SA un actor importante en la generación.

Nucleoeléctrica Argentina S.A es, además, generadora de empleo de calidad no sólo referido a los empleados de la empresa sino también a empresas satélites que se desarrollan alrededor de esta. Esto conlleva al desarrollo económico y debido a sus altos estándares a la mejora general de la industria.

- Económico

El entorno económico en el que se desenvuelven las organizaciones nacionales no es sencillo, y la falta de presupuesto, la disponibilidad de insumos de origen importado y la

incertidumbre económica pueden generar inconvenientes para mantener la estructura de trabajo, incluso en empresas como Nucleoeléctrica Argentina SA (teniendo en cuenta que el estado argentino, a través del ministerio de economía, es el principal accionista). Ante este escenario económico desafiante, cobran mayor relevancia las estrategias que las organizaciones pueden implementar para mantenerse competitivas y sostenibles en el largo plazo. La planificación financiera, la correcta utilización de los recursos, la optimización de procesos y la innovación son algunas de las estrategias clave que pueden ayudar a las organizaciones a superar estos desafíos. Es de considerar que la toma de decisiones y la gestión de proyectos en la administración pública pueden diferir en ciertos aspectos de la empresa privada, en gran parte debido al hecho de que el objetivo final de la administración pública debería ser mejorar la vida de los ciudadanos y proporcionar servicios que satisfagan las necesidades de la sociedad en general, es decir, debería tener un fin social donde también debe considerar el impacto ambiental, garantizando la transparencia en la gestión de los recursos públicos. Esto contrasta con la empresa privada, cuyo objetivo principal es maximizar la eficiencia, imagen y beneficios para los propietarios y accionistas.

A pesar de su fin social y de lo que comúnmente se dice respecto de que las empresas públicas en general respecto a su rendimiento, no implica que las empresas estas sean ineficientes. En efecto el Fondo Monetario Internacional (FMI) señalaba en 2020 que, en la última década, la importancia de las empresas estatales se ha duplicado entre las mayores compañías del mundo, y destacaba su aporte a la economía (FMI, 2020). Un estudio de la Organisation for Economic Co-operation and Development (OCDE por sus siglas), basado en información proveniente de las diez principales economías de América Latina, demuestra que

las empresas públicas constituyen un pilar esencial de las economías y las sociedades en América Latina (OECD, 2015)¹⁵.

- Social

El análisis del comportamiento social en el entorno de la empresa puede ser una herramienta valiosa para comprender cómo la energía nuclear en Argentina afecta a la sociedad y cómo la sociedad afecta a la energía nuclear.

En este caso, es cierto que la energía nuclear cumple un papel importante en la matriz energética argentina y que la creciente demanda de energía eléctrica a nivel mundial y local aumenta la relevancia de la misma. Sin embargo, muchas personas se resisten a la energía nuclear debido al desconocimiento y a la percepción negativa que se ha generado en torno a ella por cuestiones ambientales y de seguridad. Por lo tanto, un análisis social podría ayudar a identificar los factores que impulsan la resistencia a la energía nuclear y a entender las preocupaciones y temores de la población. Es importante destacar que este análisis social debería ser llevado a cabo de forma rigurosa y objetiva, a fin de obtener conclusiones útiles para la toma de decisiones y la elaboración de políticas públicas en el ámbito energético.

- Tecnológico

En términos generales, es importante que las centrales nucleares se adhieran a altos estándares de calidad y seguridad para garantizar la operación segura y confiable. Es fundamental que los componentes de la central nuclear sean fabricados con rigurosos procesos de certificación y calidad para minimizar los riesgos asociados con la radiación y el funcionamiento de los equipos. En cuanto a la adopción de nuevas tecnologías, es común que las centrales nucleares implementen tecnologías avanzadas para mejorar su eficiencia y seguridad. Por ejemplo, pueden utilizar tecnología de comunicación avanzada para mejorar la

¹⁵ Referencia: /28/- Board practices and financing for Latin American State-Owned Enterprises. - OECD, 2015. - <https://www.oecd.org/daf/ca/Board-Practices-Financing-Latin-American-SOEs.pdf>

coordinación entre los operadores y reducir el riesgo de errores humanos. También, pueden utilizar herramientas de análisis de datos avanzadas para mejorar la eficiencia de la producción y optimizar el funcionamiento del equipo. En resumen, la política de seguridad y la adopción de tecnologías avanzadas son importantes para garantizar la seguridad y la eficiencia de una central nuclear. Sin embargo, es fundamental que estas medidas se implementen de manera controlada y de forma responsable.

- Ecológico

La industria nuclear es una de las que más invierte en seguridad y es ésta una condición esencial de operación en las centrales nucleares debido a que los residuos que genera son altamente peligrosos. Las plantas nucleares están diseñadas para ser seguras y sus sistemas de seguridad se actualizan constantemente para cumplir con los nuevos requisitos regulatorios aplicables.

Además, la energía nuclear no produce gases de efecto invernadero (como por ejemplo dióxido de carbono), por lo que no contribuye al efecto invernadero y al calentamiento global. Es cierto que la energía nuclear genera residuos radiactivos, que pueden ser peligrosos y deben ser gestionados de manera segura. Sin embargo, todos los residuos de una central nuclear permanecen segregados y con estrictos controles, la gestión de estos residuos sigue siendo un desafío muy complejo para la industria nuclear ya que aún no existe un plan de manejo y almacenamiento a largo plazo.

Las centrales nucleares en el mundo están sometidas a un estricto control de las emisiones de radionucleidos tanto en estado líquido como gaseoso. Además de los límites impuestos por los organismos reguladores, la propia administración de las centrales adopta como objetivos límites inferiores de emisión los cuales son siempre decrecientes en el tiempo. Se destinan anualmente gran cantidad de recursos para el cumplimiento de tales objetivos.

Sin embargo, algunos países optan por abandonar la energía nuclear debido a los riesgos ambientales asociados con la gestión de residuos nucleares. Sumado a esto existen preocupaciones de seguridad: los desastres nucleares, como los accidentes en Chernóbil en 1986 y Fukushima en 2011, han generado preocupaciones sobre la seguridad de las centrales nucleares. Estos incidentes han llevado a algunos países a cuestionar la viabilidad y la gestión segura de la energía nuclear. Todo esto ha influenciado en la opinión pública y movimientos antinucleares en varios países como Alemania e Italia. Estos movimientos pueden ejercer presión sobre los gobiernos para que abandonen la energía nuclear y adopten fuentes de energía que se asumen más limpias y renovables, como es lo que ocurre en los mencionados países.

- Legal

Se realizó un análisis de las políticas vigentes y todo lo relacionado a las reglamentaciones vigentes asociadas al producto y a la actividad.

El Estado Nacional Argentino controla y fiscaliza la actividad nuclear a través de la ARN, una institución dedicada al control y fiscalización de la actividad nuclear en Argentina. La misión es proteger a las personas, el ambiente y las futuras generaciones del efecto nocivo de las radiaciones ionizantes. El objetivo principal es establecer, desarrollar y aplicar un régimen regulatorio para todas las actividades nucleares que se realicen y tiene los siguientes propósitos:

- Sostener un nivel apropiado de protección de las personas contra los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes.
- Mantener un grado razonable de seguridad radiológica y nuclear en las actividades nucleares.
- Asegurar que las actividades nucleares no sean desarrolladas con fines no autorizados por la ley.

- Prevenir la comisión de actos intencionales que puedan conducir a consecuencias radiológicas severas o al retiro no autorizado de materiales nucleares u otros materiales o equipos sujetos a regulación y control.

La actividad se encuentra además regulada y controlada por organismos internacionales, que monitorean regularmente los procesos de las centrales nucleares. Es de destacar que Argentina es miembro del OIEA, que impone normas que, si bien no son vinculantes (de cumplimiento obligatorio), al ser adoptados por la ARN pasan a ser obligatorios.¹⁶

Por otra parte, la industria nuclear se adhiere a estándares de seguridad y tratados internacionales tendientes a la excelencia en la operación, integrando la Asociación Mundial de Operadores Nucleares (WANO) y el Grupo Operadores de Centrales con Tecnología CANDU (COG). También, Nucleoeléctrica Argentina SA posee una membresía en el Instituto de Investigación de Energía Eléctrica (EPRI, por sus siglas en inglés). Para hacer referencia a algunos organismos internacionales relacionados a la actividad, se presenta un breve resumen de los objetivos en el anexo IV.

3.5.4 Indicadores actualmente en uso

La Gerencia CNE cuenta con un programa para informar la performance de indicadores clave (KPI por sus siglas en inglés). En el marco de este programa, de acuerdo al Manual General de la Subgerencia de Mantenimiento: “la Subgerencia de Mantenimiento utiliza una serie de indicadores para medir y monitorear los aspectos más significativos del desempeño del sector”. Además de los indicadores requeridos por la Gerencia, la Subgerencia de Mantenimiento, monitorea su desempeño mediante la información suministrada por la herramienta informática para la gestión de tareas de mantenimiento. A continuación, se listan

¹⁶ Referencia: /17/- Seguridad - Nucleoeléctrica Argentina SA, <https://www.na-sa.com.ar/es/seguridad>

solo a modo informativo los Indicadores Gerenciales estrechamente relacionados con el mantenimiento:

- Correctivos Pendientes Relacionados con la Seguridad
- Antigüedad de Correctivos Relacionados con la Seguridad
- Preventivos Incumplidos Relacionados con la Seguridad
- Retrabajado Total de Mantenimiento
- Desempeño Humano (DH) en Mantenimiento
- ARN 014 (VMC-E) Mantenimientos correctivos emitidos
- ARN 015 (VMC-S) Mantenimientos correctivos pendientes por falta de suministros
- ARN 016 (VMC-P) Mantenimientos correctivos pendientes
- ARN 017 (VMC-R) Mantenimientos correctivos repetidos
- ARN 018 (VMP-P) Mantenimientos preventivos pendientes
- PRO-M 006 Retrabajos ME
- PRO-M 007 Retrabajos I&C
- PRO-M 008 Retrabajos ST (actualmente MC)
- PRO-M 009 Retrabajos MM

Por otra parte, paralelo a los indicadores gerenciales se utilizan los indicadores de “Work Management”. Estos indicadores, son una herramienta importante para medir la eficiencia y efectividad de la actividad diaria en los distintos sectores de la planta. Estos indicadores se enfocan en la gestión del trabajo, incluyendo la planificación, programación, ejecución y seguimiento principalmente de las tareas de mantenimiento.

Esta plataforma, que actualmente se encuentra en el software Metabase, un software útil para la carga y visualización de los gráficos de los indicadores de la planta, permitiendo a los distintos sectores de la planta realizar un seguimiento en tiempo real del rendimiento y la

eficacia de sus actividades; es utilizado para cargar indicadores propios de la actividad cotidiana de los distintos sectores de la planta.

Entre los indicadores de "Work Management" se pueden incluir:

- Critical (C1) Scope Survival
- Online Critical (C1) PMs Open In Second Half of Grace
- Online RS PM In Second Half of Grace
- Online Deferred Critical (C1) PM
- Online Deferred RS PM Work Orders
- Online Deficient Critical (DC) Backlog - Electivos Críticos
- Backlog por estado
- OT por subestado de planificación
- Backlog por prioridad
- OT abiertas/cerradas por semana
- Antigüedad de OT
- OT vida media
- OT diferidas (PRE, RS)
- Indicador de prioridad 3 mayor a 30 días
- OT con prioridad 4 mayor a 365 días

Estos indicadores ayudan a identificar oportunidades de mejora en la gestión del trabajo de mantenimiento, permitiendo a los distintos departamentos tomar decisiones informadas y mejorar la eficiencia y efectividad de sus actividades.

La gestión por indicadores forma parte de los objetivos de la empresa. Los indicadores presentados anteriormente, se manejan a nivel gerencial y son reportados periódicamente a los organismos de contralores. A nivel de sectores, como mantenimiento, los indicadores que se

disponen actualmente no cubren las necesidades específicas. Con la aplicación de este proyecto integrador se avanza en esa dirección elevando el grado de cumplimiento de este objetivo.

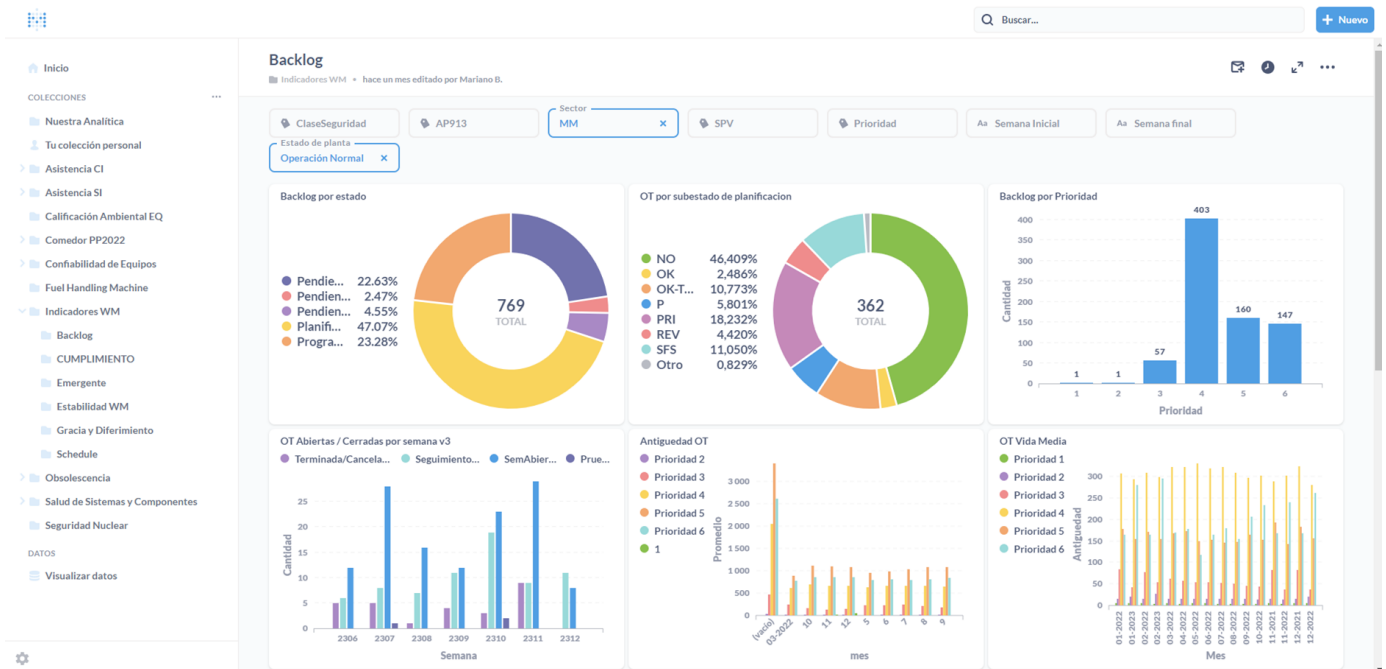


Figura 3.5.4.a Indicadores del WM.
Fuente: Base de datos Metabase – CNE.

4. Situación deseada

Apoyados en la situación actual empresarial, el autor desarrolla una serie de indicadores con el fin de poder contribuir con los objetivos organizacionales que se plantean en la Central Nuclear Embalse. Los indicadores a desarrollar en este proyecto integrador, pretenden cumplir con las expectativas internas de la organización y las exigencias internacionales de los organismos involucrados.

La meta tanto del proyecto como de la organización es contribuir a una mejora en la gestión por indicadores, incorporando nuevos indicadores de mantenimiento que le permitan optimizar sus procesos y realizar benchmarking con organizaciones similares líderes de la industria. Al comparar los KPI entre diferentes centrales nucleares, se pueden identificar áreas de mejora y establecer objetivos realistas para mejorar el rendimiento de la central. También, se pueden identificar buenas prácticas de otras centrales nucleares y aplicarlas a la propia para mejorar el rendimiento.

En un primer punto se desarrolla una base teórica sobre la gestión por indicadores a partir de guías internacionales de manera general para la industria, para luego, apoyados en las necesidades de la subgerencia de mantenimiento, desarrollar un set acotado inicial de métricas relacionadas a la gestión de las actividades del sector bajo análisis.

Se busca que los indicadores desarrollados sean incorporados a los procesos de mejora continua que se les hace seguimiento en la organización que permita incrementar la efectividad del mantenimiento.

5. Marco teórico

5.1 Definiciones

5.1.1 Confiabilidad de equipos

De acuerdo al procedimiento referido a la confiabilidad de equipos¹⁷, el proceso de Confiabilidad de Equipos (CE) de la Central Nuclear Embalse representa la integración y coordinación de una amplia gama de actividades para garantizar la confiabilidad de los equipos. El objetivo consiste en que el personal de la Planta evalúe los equipos importantes, desarrolle e implemente planes de salud de los equipos a largo plazo. Además, los trabajadores deben monitorizar el desempeño y condición de los equipos, y realizar ajustes continuos a las tareas y adaptar las frecuencias de mantenimiento preventivo basados en la experiencia operativa de los equipos. El proceso incluye actividades asociadas con programas tales como, el mantenimiento basado en el valor agregado, el mantenimiento preventivo (periódico, predictivo y planificado), la vigilancia y las pruebas, la planificación de la Gestión del Ciclo de Vida, el desempeño de los equipos y el monitoreo de la condición. La intención del programa Confiabilidad de Equipos es identificar, organizar e integrar las actividades de confiabilidad de los equipos en un solo proceso eficiente y efectivo.

La clasificación de componentes críticos para la confiabilidad de equipos en CNE se define en cinco categorías

- **Single Point Vulnerability (SPV):** Componente cuya falla simple provoca directamente un disparo (disparo refiere a la actuación de un sistema de detención automático o manual que reduce la potencia) de reactor o turbo-grupo

¹⁷ Referencia: /05/- PI-1197 Alcance y clasificación de componentes críticos para la confiabilidad de equipos en CNE - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2022.

- Crítico (C1-C2): Componente cuya falla produce un disparo, transitorio significativo de Planta o pérdida de una función importante de Planta,
- No crítico (NC): Componente que no reúne el criterio de componente crítico pero que al mismo tiempo no puede correr a falla.
- Run to Maintenance (RTM): Componente cuya falla puede ser asumida desde un punto de vista funcional y económico,
- Nulo: Componente cuya criticidad no es analizada.

5.1.2 Eventos

Según lo establecido por la Autoridad Regulatoria Nuclear, un evento, en una central nuclear, refiere a *“cualquier situación o incidente que ocurra en la central y que pueda afectar su funcionamiento seguro”*¹⁸. Esto puede incluir desde pequeñas desviaciones de los procedimientos de operación hasta accidentes graves que pueden poner en peligro la seguridad de los trabajadores y la población cercana.

Los eventos en una central nuclear se clasifican en diferentes niveles según su gravedad, utilizando la Escala Internacional de Eventos Nucleares (INES, por sus siglas en inglés), que va del nivel 1 (anomalía) al nivel 7 (accidente mayor). Esta escala se utiliza para comunicar de manera clara y consistente la gravedad de un evento a nivel internacional.

¹⁸ Referencia: /26/- Comunicación de eventos relevantes en reactores nucleares de potencia – Autoridad Regulatoria Nuclear, 2002.

5.1.3 Dosis de radiación

La dosis de radiación permitida por persona en una central nuclear depende de la regulación y normativas establecidas por el organismo regulador del país donde se encuentre la central nuclear.

En la mayoría de los países, se establecen límites de dosis de radiación para los trabajadores de las centrales nucleares y para el público en general. Estos límites se basan en los estándares internacionales establecidos por organismos como la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, por sus siglas en inglés).

La absorción de radiación se clasifica de la siguiente manera:

- La dosis externa es dosis Gamma de los accesos medida por el instrumento de medición.
- La dosis Interna es una estimación que proviene del reparto de Tritio en accesos basado en el tiempo de permanencia.

Para los trabajadores de las centrales nucleares, los límites de dosis anuales suelen oscilar entre 20 a 50 milisieverts (mSv), dependiendo del país y la actividad laboral. En algunos países, se establecen límites más bajos para las mujeres embarazadas y los trabajadores jóvenes. En el caso específico de la República Argentina, la ARN establece para trabajadores un límite de modo conservativo un límite de dosis equivalente de 20 mSv en un año¹⁹. Para mayor información acerca de los límites de dosis de radiación en Argentina, el autor recomienda la lectura de la Norma Básica de Seguridad Radiológica AR 10.1.1 y la Guía Regulatoria AR 1 de la Autoridad Regulatoria Nuclear Argentina.

Además, de acuerdo al objetivo estratégico a 2030 de la CNE es importante el monitoreo anual de dosis de radiación de los trabajadores de la planta. De acuerdo a esto de extrajo a través

¹⁹ Referencia: /27/- La ARN informa sobre un nuevo límite de dosis equivalente cristalino para trabajadores ocupacionalmente expuestos – Autoridad Regulatoria Nuclear, 2016.

de la base de datos ALARA de la empresa, la dosis de radiación anual de los trabajadores de mantenimiento de los últimos seis años:

Año 2022: 199,504 mSv - Año 2021: 227,462 mSv - Año 2020: 96,829 mSv

Año 2019: 119,155 mSv - Año 2018: 307,542 mSv - Año 2017: 199,891 mSv



*Figura 5.1.3.a: Elementos de radioprotección.
Fuente: Central Nuclear Embalse.*

5.2 Herramientas metodológicas

El objetivo de esta unidad es describir brevemente los conceptos que luego serán desarrollados en la práctica de este Proyecto Integrador. El proyecto fue planificado para ir de lo general, a lo específico. Es decir, analizar la empresa, su contexto, y en base a los resultados

de ese diagnóstico de la organización, desarrollar un sistema de métricas relacionadas al mantenimiento que agregue valor a la organización.

Como marco teórico a utilizar se han seleccionado herramientas que permiten analizar la situación actual de la empresa y su entorno. Estas herramientas son la matriz FODA, análisis de la situación del sector a través de las fuerzas competitivas del mercado (Modelo de las 5 Fuerzas de Porter) y la evaluación PEST.

A su vez, estas herramientas de diagnósticos fueron completadas con ayuda del directorio de la empresa lo cual exigió un esfuerzo elevado para focalizar a la empresa en perspectiva para detectar las variables internas y externas que influyen en el mercado y en la empresa.

5.2.1 Matriz FODA

El análisis FODA es una herramienta de planificación estratégica, diseñada para realizar el análisis interno (Fortalezas y Debilidades) y externo (Oportunidades y Amenazas) de la empresa. Permite detectar y conformar un cuadro de los aspectos que conforman la situación actual de la organización, teniendo en cuenta la misión, la visión y los valores de la compañía. Luego, interrelacionando estos elementos surgirán las posibles estrategias a seguir.

Luego del análisis, los directivos de la empresa deben identificar y primar las estrategias que consideren que son prioritarias, en función de los recursos disponibles en el momento, lo cual es un índice disparador de posibles acciones correctivas. FODA es una sigla creada a partir de cada letra inicial de los términos mencionados anteriormente:

- *Fortalezas:* son las capacidades especiales con que cuenta la empresa, y que le permite tener una posición privilegiada frente a la competencia. Recursos que se controlan,

capacidades y habilidades que se poseen, actividades que se desarrollan positivamente, etc.

- *Oportunidades*: son aquellos factores que resultan positivos, favorables, explotables, que se deben descubrir en el entorno en el que actúa la empresa, y que en el caso de poder aprovecharlos permiten obtener ventajas competitivas.
- *Debilidades*: son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia. Son aquellos en los que estamos en inferioridad de condiciones con respecto a los competidores.
- *Amenazas*: son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atentar incluso contra la permanencia de la organización.

El propósito del FODA, de acuerdo a González Nana en artículo²⁰, es determinar posibles estrategias a corto, mediano y largo plazo. Es indispensable su empleo en los planes de marketing, debido a que es una herramienta útil para llevar a cabo el análisis estratégico de la organización. Las empresas a menudo proporcionan un análisis FODA en un formato gráfico con cada segmento representado en un cuadrante diferente.

Un análisis FODA puede ayudar a las empresas a identificar áreas de crecimiento. Posee las siguientes ventajas:

- Proporciona un resumen visual del negocio: un análisis FODA se presenta como una cuadrícula, cada cuadrante representa las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del tema analizado. Proporciona un resumen fácil de entender de la situación de la empresa, marca, producto, individuos y de su proceso de planificación. Todos los elementos pueden no ser igualmente valiosos, pero tener referenciados los puntos

²⁰ Referencia: /22/- Magenta Innovación Gerencial. González, Nana (2021)

fuertes y débiles, junto a las oportunidades y amenazas, ayuda a llegar a las estrategias pensadas a través de un profundo análisis de la situación.

- Proporciona puntos de partida para las discusiones y nuevas ideas: un buen análisis FODA facilita sesiones de estrategia mediante la generación de nuevas ideas para que el equipo pueda discutir. Esto ayuda a dar forma a la perspectiva sobre el estado de la empresa. Con esto se generan nuevos puntos de vista que construyen estrategias efectivas que ayudan a superar los problemas internos y externos que la compañía enfrenta, y alcanza los objetivos de negocio de manera eficiente.
- Versatilidad y flexibilidad: se puede utilizar para analizar el negocio en general, un área en particular (marketing, ventas, producción, etc.) o incluso para hacer un análisis personal.

Dentro de las desventajas, se pueden enumerar:

- Fuentes de información: la calidad de los datos utilizados en un análisis FODA puede tener un gran efecto en la calidad del análisis. Si la información acerca de las fortalezas y debilidades de una empresa es amplia, o representa la opinión de sólo unas pocas personas, entonces será difícil hacer un análisis significativo de los objetivos de la empresa. Otro inconveniente es que la información que se utiliza en un FODA puede representar puntos de vista inexactos, por lo que deben ser sumamente objetivos.
- Simplificación excesiva: se puede simplificar en exceso el tipo y alcance de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que enfrenta una empresa. Generando dificultad para clasificar una situación.
- Identificación de elementos: dificultad para identificar los cuatro elementos del análisis. Por ejemplo, mientras un ejecutivo puede creer que el departamento de recursos humanos es una fortaleza, sin embargo, si no está al tanto de los problemas en el

departamento, o no puede saber que una empresa de la competencia tiene un área de recursos humanos mucho mejor.

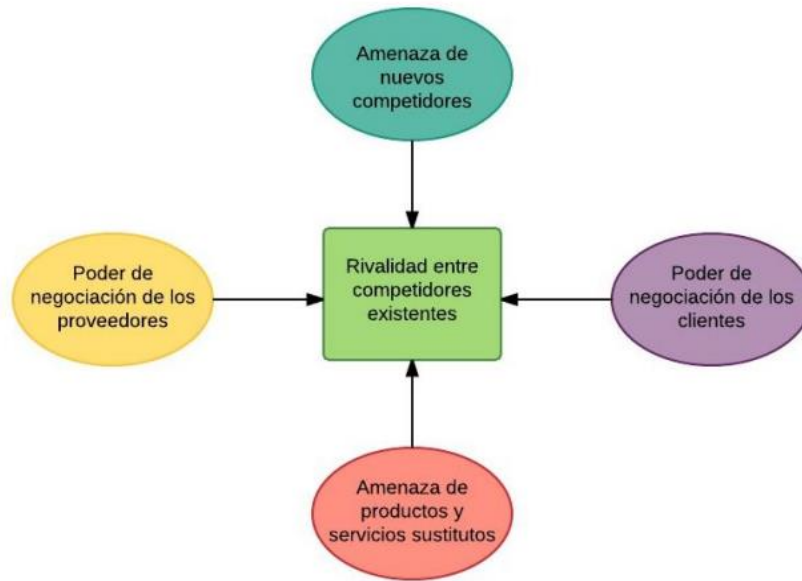
- No tiene en cuenta la complejidad o profundidad de los problemas.

5.2.2 Modelo de las 5 Fuerzas de Porter

A fin de conocer cómo es el posicionamiento de la organización frente a sus principales partes interesadas, el análisis de las cinco fuerzas de Porter fue desarrollado por el ingeniero y profesor Michael Eugene Porter (1982) de la escuela de negocios de Harvard. El modelo de 5 fuerzas sirve para determinar la naturaleza y fortaleza de las presiones competitivas en la industria, constituye una técnica analítica para entender a la competencia y a la posición de la empresa, permite ver el entorno del sector inmediato de la empresa al contemplar tanto el concepto clásico de competencia como el de competidores potenciales, de productos sustitutos, de proveedores que quieren integrarse hacia adelante y de clientes o compradores que evalúan la posibilidad de integrarse hacia atrás. Tomando como base de análisis, se puede determinar el grado de actividad del sector y las oportunidades y amenazas provenientes de éste. Este modelo establece un marco para analizar el nivel de competencia tanto interna como externa dentro de una industria, y así, poder desarrollar una estrategia de negocio.

El análisis deriva en la respectiva articulación de las cinco fuerzas que determinan la intensidad de competencia y rivalidad en una industria, y por lo tanto, en cuan atractiva es la industria en relación a oportunidades de inversión y rentabilidad.²¹ Las cinco fuerzas de Porter son desarrolladas a continuación:

²¹ Referencia: /23/- Las 5 Fuerzas de Porter – Clave para el Éxito de la Empresa - Leiva, M. R. (2015).



*Figura 5.2.2.a: Representación modelo de fuerzas de Porter.
Fuente: Clave para el Éxito de la Empresa - Leiva, M. R. (2015).*

1. El poder de negociación de los **clientes** en sus relaciones con la compañía.

En este punto se tienen problemas cuando los clientes cuentan con un producto que tiene varios proveedores o productos sustitutos en el mercado o cuando la compañía puede llegar a tener un costo más alto que otros similares. Si, además, los compradores están bien organizados, esto hace que sus exigencias sean cada vez más altas y que exijan incluso una reducción de precios notable.

2. La rivalidad entre los **competidores actuales**.

En este punto se puede competir directamente con otras empresas de la industria que ofrecen el mismo producto. Lo que da como resultado que exista una cantidad de competidores más grande y que todos estén equilibrados, entonces, el crecimiento de la industria es más lento, los costos y el almacenamiento son más elevados, el producto no llega a los clientes o se tiene dificultad para diferenciarse de sus competidores, se tiene que buscar nuevas estrategias con costes más elevados, saturando el mercado.

La rivalidad se caracteriza con la agresividad de las estrategias de negocio, las intensidades de las empresas para llevar a cabo sus proyectos y las innovaciones que surgen de las diferentes empresas con el fin de superar a la competencia.

Una organización que se destaca, a su vez, presiona a las demás, por lo que siempre existirá una rivalidad latente entre las empresas de un mismo sector.

En síntesis, lo que es clave analizar en esta fuerza es la cantidad, calidad, capacidad de innovación, costos, entre otros aspectos de las organizaciones que están compitiendo en este sector estratégico.

3. La posibilidad de amenaza de ingreso al mercado de **nuevos competidores**.

Es una de las fuerzas más interesantes, se usa en la industria para detectar empresas con las mismas características económicas o con productos similares con interés y posibilidades de ingresar en el mercado.

Este tipo de amenazas puede depender de las barreras de entrada. Como, por ejemplo, la economía de escalas, la diferenciación de productos, el requerimiento de capital, el acceso a canales de distribución o las ventajas de los costos independientes.

4. El poder de la negociación de los diferentes **proveedores**

En esta perspectiva, se analiza cuál es el poder relativo de los proveedores para encarar sus negociaciones con nuestra organización. Por ejemplo: si son monopólicos, tienen productos de nuestra necesidad patentados, se manejan entre pocos como un oligopolio; o por el contrario si son muchos proveedores de insumos muy comoditizados.

5. Amenaza de ingresos al mercado de **productos sustitutos**.

En este punto, una empresa comienza a tener serios problemas cuando los sustitutos de los productos comienzan a ser reales, eficaces y más baratos que el que vende la empresa inicial. Esto hace que dicha empresa tenga que bajar su precio, lo que lleva a una reducción de

ingresos. El tema más relevante de esto, es que muchas veces no se los detecta rápidamente. Porter habla de seis barreras de entrada que pueden ser favorables o no según la situación en que se encuentre la organización. Entre ellas podemos citar:

- La economía de escalas: los volúmenes altos en las empresas permiten que los costos se reduzcan, lo que ofrece la posibilidad de volver a ser competitivos en el mercado.
- La diferenciación de productos: si se es capaz de posicionar el producto claramente en el mercado ofreciendo algo diferente se puede revalorizar ante los ojos de los compradores.
- Las inversiones de capital: en caso de problemas, la empresa puede mejorar su posición con una inyección de capital en sus productos lo que puede hacer que sobreviva ante empresas más pequeñas similares.
- Desventaja de costos: esta barrera juega a favor cuando las otras empresas cuentan con costos más elevados.
- Acceso a los canales de distribución: cuando una empresa cuenta con varios canales de distribución es complicado que puedan aparecer competidores y sobre todo que los proveedores acepten el producto. Esto implicaría para las empresas tener que compartir costos de promoción de distribución y reducción de precios en general.
- Política gubernamental: este punto puede jugar a favor, ya que, en muchos aspectos, las políticas gubernamentales son las que impiden la llegada de nuevos competidores en todos los sentidos.

El objetivo principal es evaluar la competitividad y posible rentabilidad de una empresa con el fin de ver el valor actual de la misma y la proyección que tiene a futuro.

Además, permite identificar oportunidades adicionales, mejora la definición de la estrategia de la empresa, compara las ventajas competitivas, permite conocer la competencia de la empresa para anticipar acciones. También, complementa a la matriz FODA.

5.2.3 Análisis PESTEL

Un análisis PESTEL es una herramienta que permite a las organizaciones descubrir y evaluar los factores que pueden afectar el negocio en el presente y en el futuro. PESTEL es un acrónimo de Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico y Legal. Este análisis se utiliza para evaluar estos seis factores externos en relación con la situación comercial de la empresa. El análisis consiste en examinar oportunidades y amenazas que surgen a partir de los factores. Con los resultados que ofrece el análisis PESTEL es posible tener una visión favorable al llevar a cabo una investigación de mercados, crear estrategias de marketing, desarrollar productos y tomar mejores decisiones para la organización. De acuerdo con Lerma, Kirchner (2014):

“Análisis PESTEL busca describir el contexto o ambiente donde opera una empresa. Para ello se consideran aspectos relevantes del entorno externo que resultan vitales para el desempeño de la organización. El análisis del entorno externo es fundamental para cualquier empresa, puesto que le facilita la toma de decisiones importantes. Especialmente cuando se trata de desarrollar estrategias de corto, mediano y largo plazo.”

A continuación se describen los seis factores que integran el análisis según Kotler:²²

- Factores políticos

²² Referencia: /32/- Dirección de Marketing, Edición del Milenio. Prentice Hall. - Kotler P. - 2013

Permiten determinar y evaluar cómo la intervención del gobierno puede afectar el funcionamiento y desempeño de la empresa. Esto se da por medio de las leyes y las políticas que aplica el ente gubernamental. En general, podrían ser aspectos como las políticas fiscales y monetarias del gobierno, subsidios, tratados comerciales y las políticas internacionales. Es decir, se refiere a toda ley y política que afecte a la empresa ya sea a nivel nacional, regional e internacional.

- Factores económicos

Toman en cuenta todas las variables macroeconómicas, estas variables se consideran tanto a nivel nacional como internacional, dado que podrían favorecer o entorpecer el desempeño de la organización. Las variables económicas más importantes son el comportamiento del producto interior bruto (PIB), la tasa de desempleo, el nivel de precio y la balanza comercial.

Además, se deben considerar eventos como las variaciones de los ciclos económicos, especialmente los períodos de crisis y de auge dentro de la economía pues son factores que pueden beneficiar o poner en riesgo a la empresa.

- Factores sociales

Estos factores incluyen elementos como la religión, las creencias, la cultura, los hábitos, los intereses y las preferencias de las personas. Todos estos elementos afectan de manera favorable o desfavorable los resultados que una empresa espera alcanzar. Dado que los aspectos sociales van cambiando y van presentando nuevas tendencias.

- Factores tecnológicos

Son vitales para una empresa, por los niveles de innovación que se están dando en los mercados actuales. Los cambios tecnológicos pueden traer grandes beneficios para las empresas que saben aprovecharlos. Pero, por el contrario, puede ocasionar mucho daño a las empresas que se quedan obsoletas y que no cambian su infraestructura. Estos elementos

pueden ser el uso de nuevos programas informáticos, aprovechamiento de nuevas formas de energía y cualquier cambio en la tecnología implementada.

- Factores ecológicos o ambientales

Desde luego, los aspectos ecológicos tienen que ver con todos los factores relacionados directa o indirectamente con el medioambiente. Cualquier cambio en la regulación gubernamental o tendencias sociales para la protección del medioambiente afectan a la empresa. Así mismo, se pueden mencionar leyes sobre el uso de la energía, la conservación del ambiente, la gestión de residuos y la emisión de gases, entre otras.

- Factores legales

Los aspectos legales incluyen todas las leyes que la empresa se ve obligada a cumplir. La normativa legal puede perjudicar o beneficiar el desempeño de la empresa. Las leyes pueden incidir sobre el proceso de producción y de comercialización de los productos que ofrece una empresa. Del mismo modo, puede afectar a nivel nacional e internacional. Se pueden incluir leyes sobre propiedad intelectual, seguridad social, salarios mínimos, licencias entre algunas de las más importantes.

5.2.4 Encuesta de satisfacción

Una encuesta es un método de investigación que se utiliza para recopilar información de un grupo de personas sobre sus opiniones, actitudes, comportamientos, experiencias o características demográficas. Consiste en formular preguntas a un grupo representativo de individuos, y luego analizar las respuestas para obtener una comprensión más profunda de un tema en particular (Mugira 2022)²³.

Las encuestas se pueden realizar de diversas vías: correo, teléfono, telemática o personal. Las preguntas pueden ser abiertas, donde los encuestados tienen la libertad de

²³ Referencia: /24/- Definición de encuesta - Andrés Mugira, 2022
<https://www.questionpro.com/es/una-encuesta.html>

responder como mejor les parezca, o cerradas, donde los encuestados eligen entre opciones específicas proporcionadas.

Las encuestas se utilizan comúnmente en la investigación de mercado para recopilar información sobre los clientes potenciales o existentes de una empresa. También, se utilizan en la investigación social para estudiar temas como la opinión pública, las actitudes políticas, la salud, la educación, la religión y muchos otros temas. Las encuestas son una herramienta útil para recopilar información sobre grandes grupos de personas y son esenciales en muchas áreas de investigación y toma de decisiones.

Análisis de datos de encuestas

Hay cuatro pasos principales para el análisis de los datos de una encuesta:

1. Alinear las preguntas de la encuesta con el propósito de la investigación, así los datos recopilados serán eficaces.
2. Filtrar los resultados obtenidos mediante tablas cruzadas, hay que comprender las diversas categorías en la audiencia objetivo y sus pensamientos utilizando el formato de tabulación cruzada.
3. Evaluar los números obtenidos, realizar un análisis de la información recopilada.
4. Sacar conclusiones, tejer una historia con los datos recogidos y analizados.

La recopilación de datos por medio de encuestas es un método esencial para el análisis de información donde los investigadores pueden desarrollar sus habilidades y conocimiento para lograr los objetivos establecidos durante el proceso de investigación.

5.2.5 Focus Group

Según lo definido por Muguira, Andrés (2022)²⁴, un Focus Group (FG) es una técnica de investigación que se utiliza para recopilar datos mediante el debate en grupo. Se trata de una cantidad diversa de personas, cuidadosamente seleccionadas, que participan en un debate guiado sobre un determinado tema, y contribuyen a discusiones abiertas para una investigación. Esta metodología, suele estar formada por 6-10 participantes que comparten características o experiencias similares relacionadas con el tema de la investigación. El debate está dirigido por un moderador formado que guía al grupo a través de una serie de preguntas abiertas relacionadas con el tema de la investigación. El grupo comparte sus comentarios, opiniones, conocimientos y puntos de vista sobre el tema en cuestión.

Los Focus Group suelen utilizarse en los estudios de mercado para recabar opiniones sobre nuevos productos, anuncios o estrategias de decisión. También pueden utilizarse en la investigación en ciencias sociales para explorar actitudes, creencias y comportamientos relacionados con un fenómeno o tema concreto.

Los datos recogidos en un grupo de discusión pueden proporcionar información sobre las perspectivas y experiencias de los participantes, así como revelar temas y patrones comunes en sus respuestas. Esta información puede ser de gran utilidad para el desarrollo de productos, estrategias de actuación o políticas sociales.

Es importante señalar que los datos de los grupos focales no son necesariamente generalizables a una población más amplia, ya que el tamaño de la muestra suele ser pequeño y los participantes no se seleccionan al azar. Sin embargo, los grupos focales pueden proporcionar información rica y detallada que puede utilizarse para desarrollar hipótesis y fundamentar nuevas investigaciones.

²⁴ Referencia: /25/- Focus groups - Andres Muguira, 2022 <https://www.questionpro.com/blog/es/focus-groups/>

5.3 Gestión por indicadores

Siguiendo lo definido en la guía internacional “Leading business performance indicators for nuclear power plants” (2007) ²⁵, un indicador es una expresión cualitativa o cuantitativa observable del estado de un proceso, sistema, actividad o proyecto, permite describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad a través de la evolución de una variable o el establecimiento de una relación entre variables. Permite comparar el rendimiento de la variable en diferentes períodos de tiempo, con productos similares, metas o compromisos definidos. Es decir, los indicadores evalúan el desempeño y su evolución en el tiempo. Se representan como una cantidad estandarizada de la magnitud de su comportamiento. Los datos básicos son los factores o variables involucrados en la fórmula de un indicador, es información sobre resultados reales y se obtienen directamente de los procesos o resultados de otros indicadores. Estos deben ser el punto de partida para conocer dónde está parada la organización y, a partir de su misión y visión, determinar hacia dónde quiere ir. Es decir, buscar la mejora continua para agregar valor a la organización.

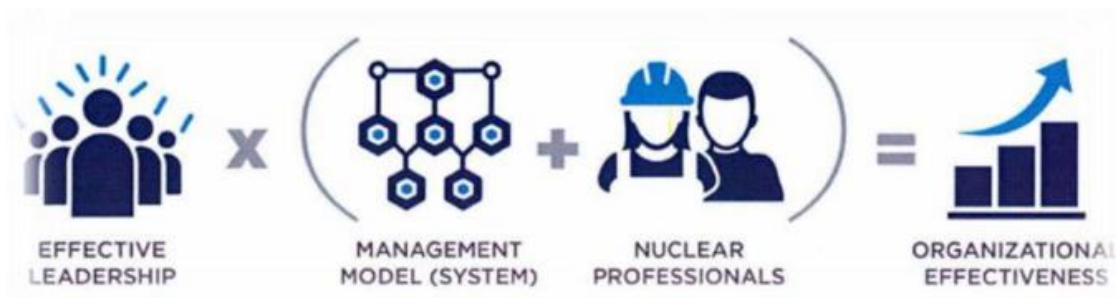


Figura 5.3.a: Referencia a las bases para incrementar la eficacia en la organización.

Fuente: Presentación ePM - WANO (2022).

²⁵ Referencia: /07/- Leading business performance indicators for nuclear power plants - EPRI, 2007.

5.3.1 Indicadores de performance para centrales nucleares

De acuerdo al documento internacional “Metrics for assessing maintenance effectiveness”²⁶, el rendimiento de cualquier empresa o unidad de negocio dentro de una empresa se mide en función del grado en que alcanza sus objetivos. Los objetivos de alto nivel de las empresas de energía nuclear incluyen la seguridad, la fiabilidad, la rentabilidad y la protección del medio ambiente. Las combinaciones de estos elementos varían y dependen de los entornos normativos y económicos en los que operan las organizaciones. Las herramientas importantes para gestionar eficazmente el rendimiento y lograr los resultados deseados son el seguimiento, la tendencia y la evaluación de indicadores de estos atributos. Este seguimiento se lleva a cabo mediante mediciones que se denominan indicadores de performance (IP).

Al igual que en todas las industrias de procesos pesados, las empresas que operan centrales nucleares han desarrollado e implementado un amplio conjunto de indicadores que miden el rendimiento de los resultados clave de la organización descritos en el párrafo anterior. Todas las instalaciones de energía nuclear tienen algún tipo de programa de indicadores de rendimiento o indicadores clave de rendimiento (KPI). Estos programas seleccionan los IP que se van a supervisar, recopilan y almacenan periódicamente. Informan respecto a los valores de los IP y comunican los datos a la dirección para que los evalúe y actúe.

Los principales usos de los IP son los siguientes

- Seguir, aumentar y proteger el valor de la empresa
- Determinar la tendencia de cómo una empresa está cumpliendo sus propios objetivos

²⁶ Referencia: /08/- Metrics for assessing maintenance effectiveness - EPRI, 2006.

- Determinar la tendencia de los resultados de una empresa en comparación con la competencia (benchmarking) y (especialmente en sectores muy regulados) compartir las buenas prácticas.
- Motivar al personal estableciendo objetivos de rendimiento e incentivos adecuados.
Identificar problemas técnicos u organizativos
- Alertar a la dirección para que tome las medidas correctivas ante situaciones que pueden afectar los aspectos de los activos físicos, el personal, la información y los procesos.

La industria propone un conjunto de métricas para los propósitos antes mencionados y proporciona un punto de referencia para cada métrica. Estas métricas fueron desarrolladas para ser capaces de:

- Generarse a partir de datos existentes en la gestión típica de mantenimiento de plantas nucleares y otros sistemas de datos existentes a través de consultas o informes.
- Ser complementarios a las métricas actualmente utilizadas para otros fines/organizaciones.
- Apoyar una evaluación integral de la eficacia del mantenimiento utilizando objetivos medibles.
- Ayudar a enfocar el alcance de las autoevaluaciones periódicas, evaluaciones de pares y otras evaluaciones actualmente en uso.

Para ser útil, un indicador de performance debe poseer las siguientes características:

- Útil para la toma de decisiones: tiene un impacto claramente comprensible en los valores y objetivos que representa.
- Bien definido: la definición de PI no es ambigua e identifica claramente la cantidad siendo medido, incluyendo los datos y el procedimiento requerido para calcularlo; los datos no deben ser objeto de diferencias de interpretación.

- Alineado: Su magnitud y/o cambio de magnitud en el tiempo tiene una alta correlación con el atributo de valor que se está midiendo y/o cambios en el mismo.
- Medible: Se caracteriza consistentemente por un parámetro cuantitativo y verificable, no es ni cualitativo ni subjetivo.
- Estable (no volátil): Su magnitud varía razonablemente de forma continua y no está sujeta a variaciones aleatorias locales sustanciales a corto plazo (para algunos indicadores, se pueden usar promedios para suavizar o estabilizar los datos).
- Operacional: La información para determinar el PI está disponible con un esfuerzo razonable; es fácil de calcular y usar.
- Procesable: Los resultados medidos pueden ser modificados por alguna acción tomada por administración.

La intención es proporcionar al personal responsable de la gestión de activos medidas que pueden utilizarse para mejorar el rendimiento y el valor de la planta. Motivar y mejorar el comportamiento del personal, asignar los recursos de forma eficiente y facilitar la evaluación comparativa del rendimiento con otras plantas, todo ello manteniendo un nivel aceptable de calidad. En los siguientes subcapítulos, continuando con la fuente de la guía internacional, se definió una clasificación de los indicadores.

5.3.1.1 Indicadores de Salida (performance y productividad)

Un indicador de resultado o de salida se define como un IP que caracteriza el pasado, valor actual o futuro y es el resultado del rendimiento (operación) de la unidad, planta o flota o del efecto de uno o más indicadores adelantados.

Los indicadores de resultados deben ser directos. Es decir, debe proporcionar una medida de un objetivo (valor) o un componente del mismo. Entendiendo como componente del valor a una cantidad que contribuye directamente a una suma, produciendo un valor de un nivel superior).

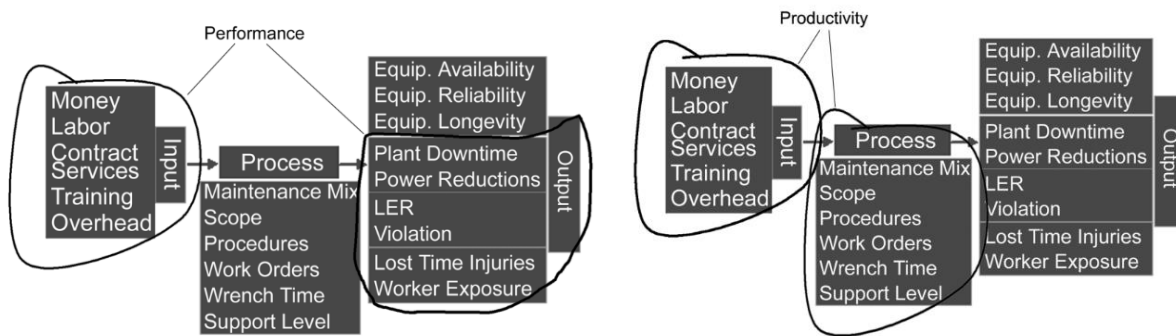


Figura 5.3.1.1.a: Indicadores de performance y productividad.
 Fuente: Metrics for assessing maintenance effectiveness - EPRI (2006).

5.3.1.2 Indicadores de Procesos (proceso)

Un indicador de proceso se define como un IP que mide qué tan bien se están llevando a cabo uno o más de los procesos de una organización.

Un indicador de proceso eficaz no es un objetivo o un valor en sí mismo, sino que tiene un efecto significativo (actual o retardado) sobre un objetivo o valor. Además, un buen indicador de proceso no es ambiguo, sino que muestra una relación clara, aunque no necesariamente cuantificable, entre el indicador de tendencia y uno o más indicadores de resultados.

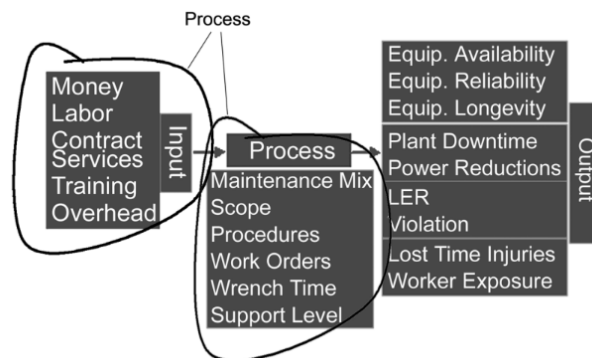


Figura 5.3.1.2.a: Indicadores de procesos.
 Fuente: Metrics for assessing maintenance effectiveness - EPRI (2006).

5.3.1.3 Indicadores de Tendencia

Un indicador de tendencia o principal se define como un indicador cuyos cambios son impulsores o precursores de futuros cambios en el valor de la planta. Las siguientes son las propiedades de un indicador principal útil:

- Es un presagio de valor futuro.
- Un cambio en su magnitud tarda cierto tiempo en reflejarse en los indicadores de resultados afectados.
- Alerta a la dirección de la posible necesidad de actuar.

Todos los indicadores de rendimiento son medidas de salida o de proceso. Los indicadores de proceso son, por definición, de tendencia porque es evidente que los procesos acaban repercutiendo en los resultados, mientras que los indicadores de resultados pueden ser indicadores de tendencia o de retraso (pérdida). Los indicadores de resultados de alto nivel son claramente indicadores de retraso, pero algunos indicadores de nivel inferior pueden ser tanto indicadores de retraso, afectados por indicadores de proceso principales, como indicadores de tendencia.

En muchos casos, la naturaleza adelantada de los indicadores de resultados consiste simplemente en una extrapolación del rendimiento pasado. Por ejemplo, si el sistema de medición del rendimiento de una planta hace un seguimiento del factor de capacidad, la dirección puede considerar el patrón ascendente o descendente como un indicador de tendencia del rendimiento futuro. Aunque esta extrapolación puede ser adecuada para determinados tipos de indicadores de rendimiento, existen dos cuestiones que sugieren que el rendimiento pasado puede no ser un buen indicador del rendimiento futuro en muchos casos. En primer lugar, cuando las condiciones del pasado difieren notablemente de las del futuro, la simple extrapolación podría fallar en identificar la discontinuidad. En segundo lugar, cuando los resultados dependen de la influencia de factores sujetos a una incertidumbre sustancial, los IP pueden variar aleatoriamente, sin un patrón utilizable para predecir el rendimiento futuro.

Cabe destacar, que todos los indicadores de resultados son útiles para hacer un seguimiento del rendimiento de una organización, principalmente para realizar un

benchmarking con el de otras organizaciones. Algunos indicadores de resultados y todos los indicadores son útiles para seguir y gestionar el rendimiento interno de una organización.

En el anexo V se puede observar una tabla de indicadores referidos a la industria.

5.3.2 Presentación de resultados

La presentación de los indicadores es un sistema definido por la organización a partir del procedimiento pragmático Gestión por indicadores²⁷.

Bajo estas consideraciones, es necesario definir algunos conceptos necesarios para su interpretación:

- *Unidad de medida*

Es la cantidad estandarizada de una determinada magnitud que representa el comportamiento de un indicador.

- *Resultado del indicador*

Es el valor del indicador en un momento determinado.

- *Meta del indicador*

Es el resultado esperado del indicador en un momento determinado.

- *Fórmula del indicador*

Es la expresión matemática o forma de cálculo del valor del indicador a partir de datos básicos o variables. El valor obtenido se expresa en una unidad de medida.

- *Datos básicos del indicador*

Los datos básicos son los factores o variables involucrados en la fórmula de un indicador, es información sobre resultados reales y se obtienen directamente de los procesos o resultados de otros indicadores.

- *Propietario de un indicador*

²⁷ Referencia: /02/- NA-12-02 Gestión por indicadores - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2018.

Es el responsable del resultado de un indicador, de la toma de decisiones y de establecer acciones para el logro de los objetivos.

- *Responsable de informar*

Es el encargado de recabar los datos y mantener actualizado el indicador y realizar el análisis de los resultados.

- *PRACS (Programa de Afianzamiento de la Cultura de la Seguridad).*

- *Coordinadores indicadores*

Personas designadas para coordinar la gestión por indicadores en las diferentes Unidades Orgánicas. En aquellas UO en donde se encuentre designado un Coordinador PRACS de Indicadores, cumplirá dicha función.

- *Unidad orgánica (UO)*

Grupo funcional afectado en forma permanente, para desarrollar tareas específicas dentro de la Organización.

5.3.2.1 Datos que deben contener cada indicador

De acuerdo al procedimiento programático Gestión por Indicadores define “Los procesos de Nucleoeléctrica Argentina S.A. son monitoreados a través de la gestión de indicadores que brindan información relevante, confiable y oportuna del desempeño de los mismos, con el fin de proporcionar información para la toma de decisiones”. Los datos que debe contener cada indicador:

- a. **Indicador:** este campo contiene el nombre del indicador que es definido por el área que lo diseña.
- b. **Unidad Operativa:** En este campo se determina la unidad operativa de la cual es el indicador.
- c. **Grupo de Indicadores:** Grupo en el que se encuentra el indicador, puede ser:
 - Seguridad.

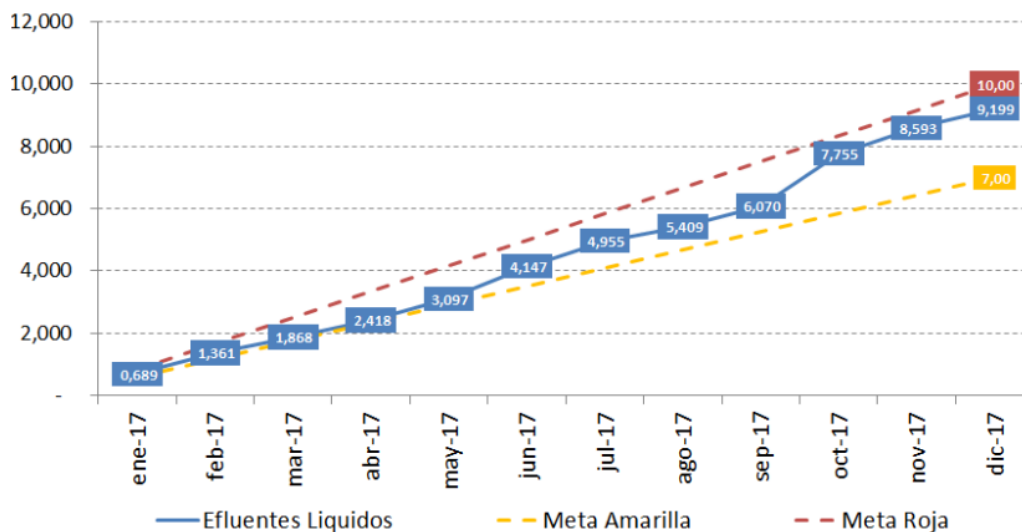
- Económico-Financiero (Producción-Económico en las plantas).
- Capital Humano.
- Gestión.

- d. Definición: Este campo debe describir claramente en qué consiste el indicador.
- e. Metas: En este campo debe definirse cuál es la meta esperada del indicador en un periodo determinado.
- f. Rangos del semáforo: Los rangos son valores que indican los niveles de aceptación del resultado de un indicador. Serán determinados considerando los estándares de la industria, excelencia en el desempeño de otras centrales nucleares, el cumplimiento de las regulaciones nacionales e internacionales y por la historia de los datos de ese indicador.
 - i. Verde: Nivel de desempeño bueno.
 - ii. Amarillo: Nivel de desempeño medio.
 - iii. Rojo: Resultado deficiente.
 - iv. Blanco: Esto indica que el indicador está actualizado, pero que no tiene meta definida. Sólo aplica para Indicadores definidos por organismos externos que no poseen meta.
 - v. Gris: Indica que el indicador no contiene información en el período especificado.
- g. Responsable de Informar

A continuación, se ilustra a modo de ejemplo la presentación de un indicador de acuerdo con lo definido por NASA.

Indicador	Emisiones Líquidas
Unidad Operativa	Central Nuclear Atucha I
Grupo de Indicadores	Seguridad
Definición	Emisiones Radiactivas en efluentes líquidos medidos en porcentajes de los valores autorizados por la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN).
Metas	<p>Meta: Distribución lineal mensual con el objetivo de no superar el 10% de los límites permitidos por la ARN en términos anuales.</p> <p>Rango Rojo: Cuando el valor supera el 10% de los límites permitidos por la ARN en términos anuales. Rango Amarillo: Cuando el valor supera el 7% y es inferior al 10% de los límites permitidos por la ARN en términos anuales.</p> <p>Rango Verde: Cuando el valor es inferior al 7% de los límites permitidos por la ARN en términos anuales.</p>
Propietario del Indicador	xxxxxx@na-sa.com.ar
Responsable de Informar	xxxxxx@na-sa.com.ar

Emisiones Líquidas CNA I - Año 2017



*Figura 5.3.2.1.a: Ejemplo de indicador.
Fuente: Nucleoeléctrica Argentina S.A.*

5.3.3 Mantenimiento y actualización

El análisis de resultados de los indicadores de mantenimiento arrojará evidencias sobre los niveles de cumplimiento con las metas y la posición de excelencia de acuerdo a los rangos establecidos. El resultado de un indicador, cobra significado cuando es analizado e interpretado

a fin de determinar las causas del valor obtenido contrastado con las metas. El análisis de las causas ayuda a definir las acciones de mejora cuando los resultados muestran tendencias no favorables o incumplimiento de una meta, razones por lo cual, es necesario establecer las acciones preventivas o correctivas correspondientes. El monitoreo y análisis de los indicadores es realizado por los propietarios y responsables de los indicadores, determinando causas del valor obtenido y evaluando las posibles acciones para corregir los desvíos a los resultados esperados.

Uno de los problemas a los que se enfrenta un responsable de mantenimiento a la hora de buscar mejoras en los resultados del departamento a su cargo es que debe medir la evolución de los aspectos que definen o determinan la calidad de su trabajo.

Un sistema de procesamiento es aquel que convierte datos en información útil para tomar decisiones. Para conocer la marcha del departamento de mantenimiento, se debe decidir si se deben realizar cambios o determinar algún aspecto concreto, se debe definir una serie de parámetros que nos permitan evaluar los resultados que se están obteniendo. Es decir, a partir de una serie de datos, el sistema de procesamiento debe devolver una información, es decir, una serie de indicadores en los que se pueda basar la toma de decisiones sobre la evolución del mantenimiento (García Garrido)²⁸.

²⁸ Referencia: /12/- Indicadores de Mantenimiento - García Garrido, Santiago, <http://www.mantenimientomundial.com/notas/indicadores-en-mantenimiento.pdf>

6. Desarrollo

El proceso de desarrollo del trabajo contará con una serie de etapas que permitan llegar a cumplir el objetivo. Se detalla a continuación los pasos a seguir:

- Recopilación de información específica relacionada con indicadores. Bases teóricas, experiencia de la industria, análisis de la situación actual de la empresa y posición de la misma respecto del uso y disponibilidad de indicadores.
- Investigación de los líderes de la industria respecto a normativas y guías de trabajo.
- Investigación interna en la empresa acerca de los indicadores actualmente usados en otros sectores (principalmente gerenciales) con enfoque particular en los relacionados con el mantenimiento.
- Realización de encuestas a personas claves en los procesos de toma de decisión respecto a la necesidad de indicadores.
- Realización de grupos de discusión respecto a encuestas.
- Elaboración de un set inicial de indicadores
- Recopilación de datos fuentes y generación de gráficas y presentaciones.
- Proponer una serie de recomendaciones para la mejora continua, con el fin de proponer el seguimiento y control del set inicial de indicadores y sugerir otros indicadores que se consideren necesarios (fuera del alcance de la investigación).

6.1 Bases de datos disponibles

Una base de datos es una recopilación organizada de información o datos estructurados, normalmente se almacena en forma electrónica dentro de un sistema informático. El software de base de datos se utiliza para crear, editar y mantener archivos y registros de bases de datos, facilitando la creación de archivos y registros, la entrada de datos, la edición de los mismos, la actualización y la creación de informes. El software también maneja el almacenamiento de

datos, las copias de seguridad y la creación de informes, así como el control de acceso múltiple y la seguridad. La confiabilidad de las bases de datos es especialmente importante en este tipo de industria.

Un paso más en la utilización de bases de datos, es ir más allá del almacenamiento básico de datos y las transacciones con el fin de analizar grandes cantidades de datos de múltiples sistemas. Mediante el uso de bases de datos y otras herramientas informáticas y de inteligencia empresarial, ahora se puede aprovechar los datos que se recopilan para funcionar de forma más eficiente, permitir una mejor toma de decisiones y ser más ágiles y escalables.

Los software y bases de datos disponibles en la Central Nuclear de Embalse, y de los cuales se propone tomar los datos para generación de las métricas, son:

- IFS
- Peoplenet
- SAP
- Registros de capacitación
- SmartPlant
- Base de datos de Mantenimiento Preventivo
- Base de datos de ALARA / RP
- PRACs
- e-web

6.2 Evaluación de indicadores relacionados a la industria

Como fue mencionado anteriormente, los indicadores deben tener ciertas características para que sean útiles. Estos criterios serán aplicados a cada uno de los indicadores que serán desarrollados.

El presente proyecto integrador tiene como objetivo desarrollar un total de 3 indicadores que permitan entrar en un proceso cuantificable de mejora continua.

La elección de los indicadores desarrollados se hizo en base a 3 criterios ordenados según el nivel de prioridades:

1. Recomendaciones de organismos internacionales.
2. Necesidades de los responsables de los sectores donde aplican los indicadores.
3. Necesidades de otras partes interesadas.

Para definir los KPI de gestión del sector de mantenimiento, se utilizan guías internacionales, recomendaciones de auditorías y otras referencias, para así, armar una base de indicadores y poder elegir de manera más acertada, alineada con las mejores prácticas de gestión.

El uso de estas referencias permite a las centrales nucleares comparar sus prácticas de mantenimiento con las de otras organizaciones similares y en consecuencia mejorar su desempeño. Además, estas referencias se basan en las mejores prácticas y en la experiencia de expertos de la industria, por lo que proporcionan una guía valiosa y confiable para definir los KPI en el rubro.

Es importante destacar que, aunque estas referencias pueden proporcionar una guía útil, cada central nuclear debe adaptar los KPI a sus necesidades y objetivos específicos. Por lo tanto, es importante considerar las peculiaridades de cada organización, así como la disponibilidad de datos y recursos para la medición y el seguimiento de los indicadores.

En lo referido al punto 2, el autor se basó en la realización de encuestas a los responsables de cada área referida al tema, incluyendo al gerente general de la planta, el subgerente de mantenimiento, Jefes de Departamentos y personas relacionadas a la actividad. La misma, consta tanto de preguntas cerradas como abiertas, que permita una mejor libertad de expresión en tanto a expectativas y deseos. Bajo este contexto, se encuestaron un total de 7 personas. Para ver el formato de la encuesta se puede ver el Anexo VII.

Debido a la relevancia de la actividad en cuestión, en conjunto con el sector de capacitación, se aprovechó el desarrollo del proyecto para realizar un programa de entrenamiento sugerido por el WANO, extendiéndose la encuesta a mandos intermedios. Con esto, se obtuvo la perspectiva sobre la situación actual de los asistentes de los distintos departamentos de la subgerencia de mantenimiento, lo que enriqueció los resultados y ayudó a identificar las áreas de mejora y las oportunidades de desarrollo para el personal. El análisis puede ser útil para obtener información sobre las necesidades de capacitación y desarrollo del personal en la organización. La encuesta es una herramienta valiosa para la gestión del talento en la organización y para mejorar la eficacia y eficiencia del personal de mantenimiento. Se utilizó el mismo formato de encuesta.

Finalmente se realizó un Focus Group para moldear la información obtenida por las encuestas. Esta técnica es muy útil para englobar, comunicar y validar los resultados obtenidos a partir de las encuestas y los métodos de investigación. En este caso, el Focus Group fue utilizado para discutir y definir los indicadores que se utilizarán en la gestión por indicadores del sector de mantenimiento. Los participantes son seleccionados de manera estratégica, para asegurar que representen una variedad de perspectivas y experiencias relevantes para el tema en cuestión. Durante la reunión, los participantes pueden discutir los resultados de la encuesta y compartir sus opiniones y experiencias personales sobre los indicadores que han utilizado en el pasado o que consideran oportuno incorporar. Esta discusión ayuda a definir los indicadores más relevantes y útiles en función de los objetivos y las necesidades específicas del departamento de mantenimiento.

Se realizaron dos Focus Groups:

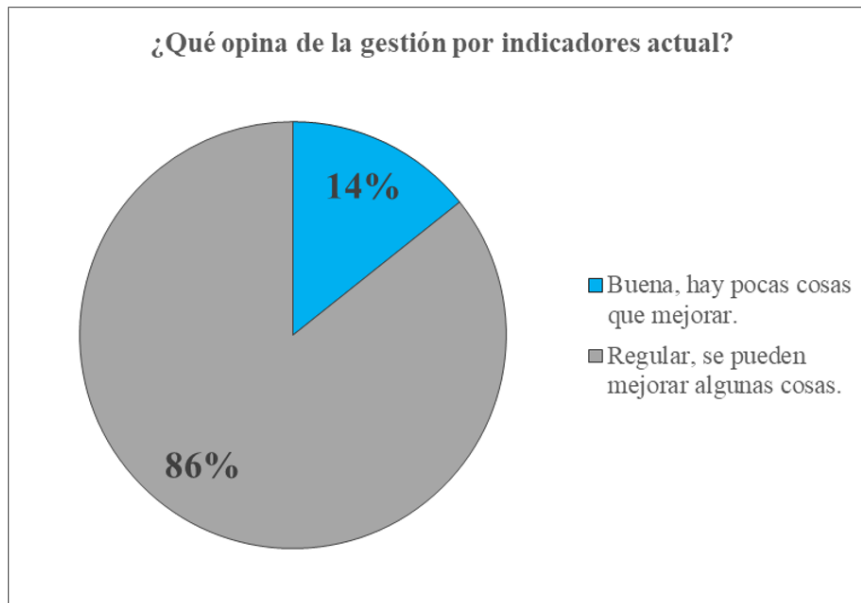
- Focus Group a mandos altos
- Focus Group a mandos intermedios

6.2.1 Resultados de la encuesta a mandos altos

Se encuestó a 7 personas, las cuales se desempeñan en altos cargos de la organización y que, además, como se mencionó anteriormente, están estrechamente relacionadas con el sector de mantenimiento. Ellos fueron: Cantarelli, Juan Alberto (Gerente de CNE), Tubello, Claudio (Subgerente de Mantenimiento), Cerutti, Carlos (Jefe de Departamento de MC), De Paul, Lucas (Jefe de Departamento de Mantenimiento de I&C), Sicard, Héctor Eduardo (Jefe de Departamento de ME), Torrens, Esteban (Jefe de División de Obra Civil), Ballester, Mauricio Raúl (Asistente de MM).

En función de los resultados obtenidos en la encuesta sobre la gestión por indicadores del sector de mantenimiento (los resultados obtenidos se pueden consultar en el anexo VIII), se pueden citar las siguientes conclusiones:

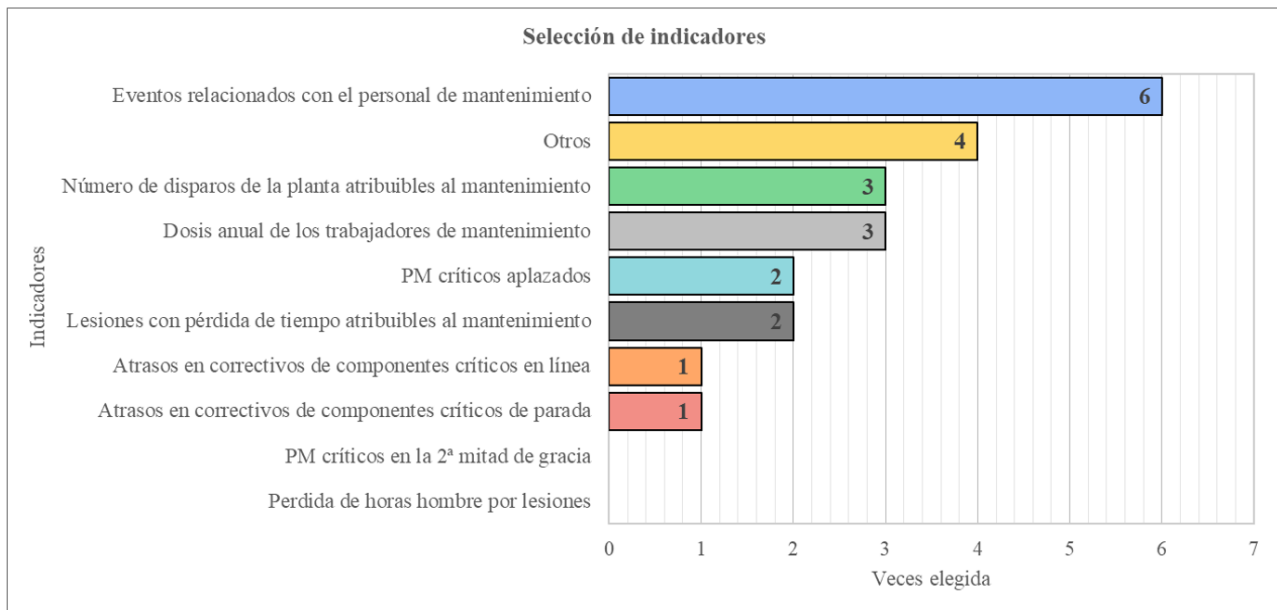
1. La totalidad de los encuestados es consciente y entiende la importancia de la utilización de indicadores para la gestión. Consideran que la gestión por indicadores es una herramienta importante para el sector de mantenimiento, ya que permite identificar y evaluar el desempeño de los equipos y los procesos. La selección de los indicadores adecuados es un factor crítico para el éxito de la gestión por indicadores. Los encuestados sugieren que se deben seleccionar indicadores que estén alineados con los objetivos estratégicos del departamento de mantenimiento y que permitan medir el desempeño de manera efectiva.
2. Por otra parte, consideran que la gestión por indicadores actuales es deficiente. Los principales indicadores en uso son los referidos a retrabajos y los que se encuentran en el Work Management. Actualmente, no se utilizan los indicadores como una herramienta de mejora o de gestión, sino más bien, como una herramienta de consulta. Se puede ver en el gráfico 5.2.1.a, que los mismos piensan que se pueden mejorar algunas cosas respecto a esto.



*Gráfico 6.2.1.a: Opinión de la gestión por indicadores actuales mandos altos.
Fuente: Autoría propia.*

3. Los procesos y variables que se mencionaron como relevantes para utilizar un indicador son aquellos referidos al ausentismo del personal, las variables que pueden sacar de servicio la planta y algunos propios de cada sector.
4. Los encuestados también indicaron que la comunicación efectiva de los resultados de los indicadores es un punto importante para la gestión por indicadores. La mayoría de los encuestados sugiere y entiende que los resultados deben comunicarse de manera clara y sencilla para que los usuarios puedan entenderlos y tomar decisiones informadas. Sin embargo, consideran que esto es, actualmente, una deficiencia.
5. Son conscientes de la mejora en la evolución de la gestión por indicadores, pero no los hacen propios para la mejora continua. Consideran que, en general, las bases de datos actuales son buenas y que el proceso de generación de los indicadores debe ser lo más simple y automático posible.
6. El proceso de selección de indicadores tuvo los resultados que se muestran en el gráfico 5.2.1.b. La selección fue alineada con los objetivos empresariales y con las variables de interés gerencial, por lo que, los indicadores más seleccionados son aquellos que miden

la posibilidad de incumplir con la producción de energía limpia y segura, siendo el indicador referido a eventos relacionados con el personal de mantenimiento el más veces elegido, seguido a eso, lo relacionado a la dosis anual de los trabajadores de mantenimiento y el número de disparos de planta atribuibles al mantenimiento.



*Gráfico 6.2.1.b: Resultados de selección de indicadores mandos altos.
Fuente: Autoría propia.*

Los resultados de los indicadores referenciados como “otros”, todos elegidos una única vez consistieron en:

- Horas reales vs horas teóricas.
- Atrasos en preventivos debido a falta de repuestos.
- Tiempo de entrenamiento / capacitación.
- Grado de completitud de la actualización de las instrucciones de preventivo.

6.2.2 Resultados de la encuesta a mandos intermedios

Se encuestó a 9 personas con cargos medios a través de un formulario web con el mismo formato del realizado para el análisis de los cargos altos, los resultados de las encuestas se

pueden ver en el anexo IX. De acuerdo a los resultados obtenidos a partir del formulario, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. En general, se conoce la importancia de la mejora a través de indicadores. Se consideran una buena herramienta para medir y hacer un seguimiento tanto de las tareas realizadas importantes como del logro de metas y objetivos planteados por la organización. Sin embargo, y en forma dispar, existe un leve desconocimiento e inexperiencia de los asistentes sobre la utilización de indicadores en mantenimiento.
2. Si bien se conocen los indicadores actualmente en uso, pertenecientes al Work Management, los de retrabajos y los de informe para la ARN, no son utilizados de manera regular y sistemática para garantizar que los mandos medios, y las personas a su cargo, tengan una comprensión clara del desempeño del departamento al que pertenecen y puedan tomar decisiones oportunas para abordar los problemas. Se puede ver en el gráfico 5.2.2.a, la opinión de la gestión por indicadores actuales.

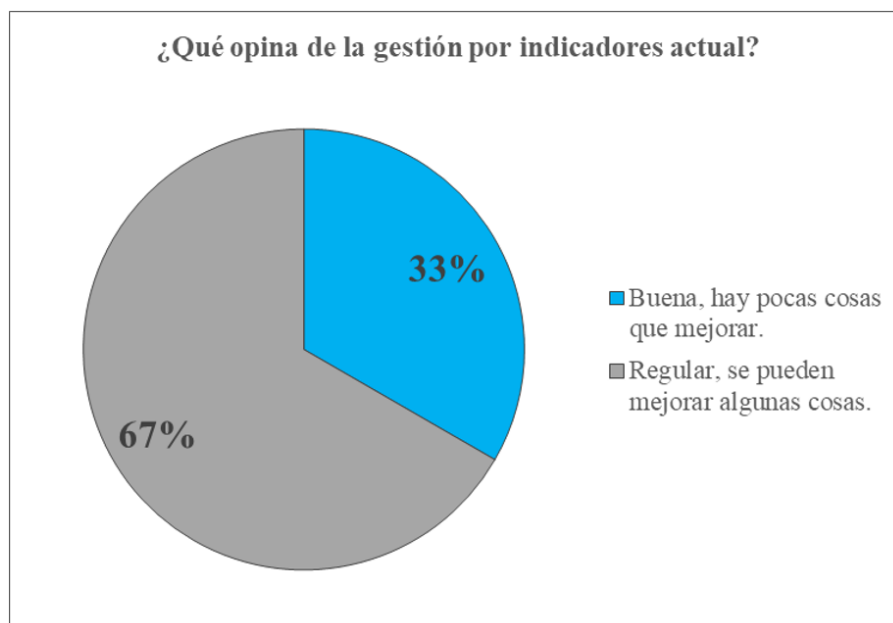


Gráfico 6.2.2.a: Opinión de la gestión por indicadores actuales mandos medios.
Fuente: Autoría propia.

3. Los encuestados mostraron diferentes puntos de vista sobre la pregunta de si deben modificarse o se deben mantener los mismos, al igual que lo referido a un conocimiento

sobre la evolución de los indicadores y la implementación de medidas para mejorarlos. También, existe un grado de desconocimiento sobre las herramientas de gestión actualmente en uso por el departamento.

4. Los procesos y variables que se mencionaron como relevantes para utilizar un indicador es lo referido, también, al ausentismo del personal, los de sistemas de seguridad o relacionados con la misma, eventos causados o que se pueden atribuir a una falla en mantenimiento y algunos propios que miden la eficiencia de cada sector.
5. Los encuestados entienden que la comunicación de los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento se realiza a través del jefe de departamento. Se desconoce el medio de comunicación con los mandos superiores, subgerente y gerente.
6. El proceso de selección de indicadores tuvo los resultados que se muestran en el gráfico 5.2.2.b. El indicador referido a eventos relacionados con el personal de mantenimiento es el mayor seleccionado, seguido por los atrasos en correctivos de componentes críticos en línea, PM críticos aplazados, números de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento y la dosis anual de los trabajadores de mantenimiento con la misma numeración.

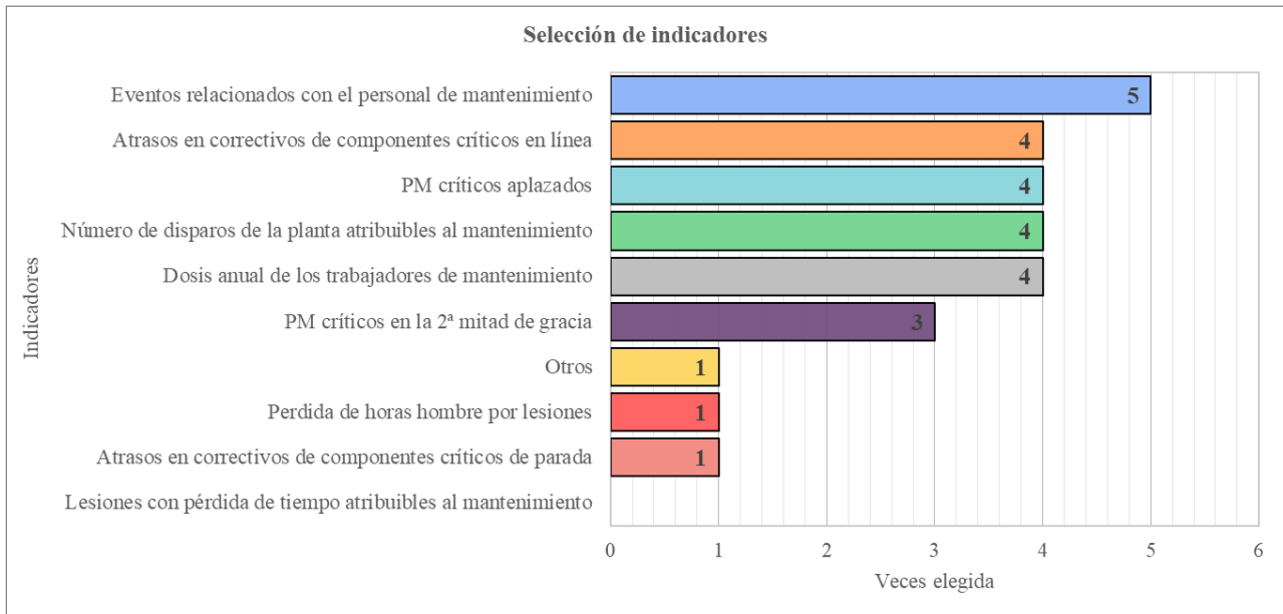


Gráfico 6.2.2.b: Resultados de selección de indicadores mandos intermedios.

Fuente: Autoría propia.

El indicador referenciado como “otro” es referido a un indicador de acciones correctivas.

6.2.3 Focus Group mandos altos

El grupo de discusión se llevó a cabo de manera presencial. La interacción personal, facilitó un diálogo constructivo y colaborativo, lo que resultó en una discusión enriquecedora y en la elaboración de conclusiones precisas. Además, resultó en una comprensión más completa y profunda de los problemas, los temas discutidos y la homogeneización de criterios. Para la realización del FG, el autor participó como moderador y presentador de la reunión. Para ello se realizó una presentación de los resultados finales de las entrevistas (ver Anexo X). Esto, permitió a los participantes comprender y analizar los datos de manera más profunda, abriendo la discusión y la identificación de patrones y tendencias en las respuestas. Se llegó a las siguientes conclusiones:

- El grupo de encuestados destacaron que la gestión por indicadores no es una solución completa para la gestión del mantenimiento, sino que debe combinarse con otras herramientas y prácticas de gestión. Los encuestados sugieren que la gestión por

indicadores debe integrarse en un sistema de gestión más amplio que incluya el seguimiento y la evaluación de los procesos de mantenimiento, la identificación de oportunidades de mejora y la implementación de acciones correctivas. Reconocieron que los indicadores son una herramienta poderosa para medir el desempeño y la mejora continua, pero, para lograr una mejora sostenible es necesario complementarlos con análisis como puede ser identificación de las causas raíz y un plan de acción bien diseñado y ejecutado, además de monitorear y hacer seguimiento a los resultados. También, una opción para mejorar la gestión es complementar los indicadores con otros que permitan conocer las causas de los resultados.

- Se hizo hincapié en que la automatización y la simplicidad son aspectos clave a tener en cuenta al generar indicadores, ya que muchos de ellos realizan un seguimiento manual de las variables y, por lo tanto, se enfrentan a varios desafíos, como la falta de consistencia en los datos y la demora en la disponibilidad de información. La automatización de la generación de indicadores puede ayudar a resolver estos problemas, ya que permite la recopilación y el análisis de datos de manera más rápida, consistente y precisa. Además, la automatización ayuda a reducir los errores humanos y el tiempo de generación de informes y análisis, así como también, se independiza de la persona para la obtención de los datos. Por otro lado, es importante tener en cuenta que la simplicidad es clave al seleccionar los indicadores a seguir. El seguimiento de demasiados indicadores puede ser cansador y consumir mucho tiempo, por lo que es importante centrarse en los más importantes y relevantes. La simplicidad en la selección de indicadores también puede mejorar la capacidad de comprensión y toma de decisiones basadas en datos, lo que puede llevar a mejoras más efectivas y sostenibles en los procesos y en el desempeño general.

- Existe un problema en la comunicación de los resultados de los indicadores con el equipo de mantenimiento. No se están compartiendo de manera efectiva con el equipo de mantenimiento, lo que dificulta la capacidad para tomar decisiones informadas sobre cómo mejorar el mantenimiento y a la vez producir deficiencias en la comunicación de tendencias y/o expectativas.
- Durante el FG se concluyó que hay algunos indicadores que no están bien definidos. Esto puede ser un problema significativo para la gestión por indicadores en la organización ya que, si no están claramente definidos, puede ser difícil medir el progreso y evaluar el desempeño de la organización de manera efectiva.

6.2.4 Focus Group mandos intermedios

Similarmente a lo realizado en el FG de mandos altos, en este caso se contó con la participación de asistentes de los distintos departamentos de mantenimiento que fueron encuestados a través del formulario (el modelo de presentación fue similar al presentado en los mandos altos). Las conclusiones a las que se llegaron son importantes para poder tomar decisiones informadas. Es necesario asegurarse de que las conclusiones se basan en la evidencia presentada en las entrevistas y en la discusión en el FG, y que reflejan las opiniones y percepciones de los participantes.

El hecho de que algunos mandos medios no tengan un conocimiento preciso sobre los indicadores de gestión denota una falta de capacitación o de recursos por parte de la empresa para proporcionar la información y herramientas necesarias para comprender adecuadamente los indicadores. Además, la falta de experiencia o involucramiento con los indicadores de gestión también representa una limitación, llevando a una falta de interés o atención hacia los mismos, generando una pérdida de oportunidades para mejorar el desempeño empresarial. Sin embargo, es positivo que la mayoría de los mandos medios conozcan los indicadores que se

usan actualmente, ya que esto permite entender cómo la organización está midiendo su desempeño. Aunque no se lleve un seguimiento sistemático, este conocimiento es importante y puede ser aprovechado. Algunas de las respuestas obtenidas fueron:

1. En la mayoría de los casos, los indicadores se utilizan solo para cumplir con los requisitos legales o documentales, en lugar de ser una herramienta para mejorar la calidad o el desempeño.
2. Se llegó a la conclusión de que muchos indicadores son los mismos para distintos usuarios, esto puede ser un problema para la gestión por indicadores en la organización. Diferentes usuarios o departamentos tienen diferentes necesidades y objetivos, y, por lo tanto, los mismos indicadores pueden no ser relevantes o útiles para todos ellos.
3. Es importante que los indicadores sean desarrollados de manera específica para cada sector o área de la organización, para que sean representativos y útiles. Actualmente, hay pocos indicadores propios de cada sector, lo cual no persuade respecto la efectividad de la herramienta para la mejora. Es importante tener en cuenta las necesidades específicas de cada usuario o departamento al definir y seleccionar los indicadores. Los mismos deben estar estrechamente relacionados con los objetivos de cada usuario o departamento y ser relevantes y útiles para ellos. Es necesario, desarrollar conjuntos de indicadores personalizados para cada usuario o departamento para garantizar que se estén midiendo los aspectos relevantes para cada uno.
4. La medición de los resultados es importante, pero también es necesario comprender las causas subyacentes de cualquier problema para poder abordarlos adecuadamente, sino se trata de sólo un número que carece de análisis y no permite comprender las causas que lo generaron. Consideran que tampoco se cuenta con un plan de acción que permita tomar medidas, lo cual, es esencial para abordar los problemas identificados a través de

los indicadores, y asegurarse de que se puedan tomar medidas correctivas en función de los resultados.

5. La comunicación de los resultados es fundamental para fomentar la transparencia y la responsabilidad, así como para obtener el compromiso y la colaboración de todos los implicados. Sin embargo, no siempre se lleva a cabo y se nota un evidente desconocimiento de la mano de obra directa, principalmente de los talleres, sobre la existencia y utilización de los indicadores.
6. Algunas personas no consideran la gestión por indicadores como una práctica efectiva para tomar medidas. Esto puede ser el resultado de una implementación inadecuada o de una falta de comprensión de cómo utilizar los indicadores de manera efectiva.

6.3 Lista de indicadores propuestos

A partir de los 3 criterios mencionados, se extrajeron los indicadores que se muestran a continuación.

1. Eventos relacionados con el personal de mantenimiento

Presentación del indicador:

Indicador	Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
Unidad Operativa	Embalse
Definición	El número de eventos significativos, clasificados como relevantes dignos de mención y de tendencia que se produjeron durante los cuatro trimestres (12 meses) más recientes etiquetados con PO&C MA.1 o MA.2

Metas	Verde: Número de eventos = 0 Amarillo: Número de eventos = 1 - 2 Naranja: Número de eventos = 3 - 4 Rojo: Número de eventos ≥ 5
Propietario del indicador	Jefe de departamento
Responsable de informar	Jefe de departamento
Desarrollo	(Gráficos, tablas, valores, etc.)

Tabla 6.3.a: Presentación indicador 1.

Fuente: Autoría propia.

Especificaciones:

Este indicador de desempeño relacionado con el área de mantenimiento utiliza eventos reportados por el Programa de Experiencia Operativa. Un equipo de Revisión por Pares (PR) de la planta los revisa como parte de su preparación para una posterior revisión por pares realizada por organismos externos.

El número de eventos significativos, clasificados como relevantes dignos de mención y de tendencia que se produjeron durante los cuatro trimestres (12 meses) más recientes etiquetados con PO&C MA.1 o MA.2 -WANO Performance, Objectives and Criteria según sea la naturaleza del mantenimiento-. Este indicador se basa en la fecha del evento WER. Se reconoce que algunos sucesos se notificarán después del trimestre en que se produjeron, lo que afectará a los IP de los trimestres anteriores. Esto es inevitable hasta cierto punto y hay que recalcar la importancia de notificar los sucesos dentro de los requisitos de tiempo del Programa OE para minimizar el impacto del retraso en la notificación. La clasificación se hace en base a:

- Cada evento Significativo tiene un factor de ponderación de 5
- Cada evento Notable tiene un factor de ponderación de 3
- Cada Evento de Tendencia tiene un factor de ponderación de 1

Fuente de datos:

Para la alimentación de datos de esta métrica se necesita extraer información desde los informes de eventos alojados en el e-web. Una vez ocurrido el evento y realizado los pertinentes análisis, la información de los mismos es almacenada en la base de datos en cuestión.

2. Dosis de radiación anual de los trabajadores de mantenimiento:

Presentación del indicador:

Indicador	Dosis de radiación anual de los trabajadores de mantenimiento
Unidad Operativa	Embalse
Definición	Exposición a radiación del personal de mantenimiento, sin hacer ninguna distinción en cuanto a la causa de la exposición.
Metas	Verde: dosis menor al 94% del año anterior. Amarillo: dosis menor que el año anterior hasta un 94%. Rojo: dosis mayor o igual que el año anterior.
Propietario del indicador	Jefe de departamento
Responsable de informar	Jefe de departamento
Desarrollo	(Gráficos, tablas, valores, etc.)

Tabla 6.3.b: Presentación indicador 2.

Fuente: Autoría propia.

Especificaciones:

Esta métrica es un subconjunto modificado del indicador "exposición del personal a radiación" utilizado actualmente por las plantas. La modificación del indicador utilizado actualmente consiste en capturar únicamente la exposición del personal de mantenimiento. No se hace ninguna distinción en cuanto a la causa de la exposición. Puede ser atribuible o no a una actividad de mantenimiento. Sólo deben incluirse los sucesos derivados de una actividad de mantenimiento y/o en los que esté implicado el personal de mantenimiento. Puede ser

preferible excluir los sucesos resultantes de trabajos de mantenimiento contratados que no impliquen o afecten a empleados directos del departamento de mantenimiento.

Fuente de datos:

Los datos pertinentes se obtienen de la base de datos de registros de exposición a la radiación de la planta utilizada para informar a los organismos reguladores (ALARA / dosimetría). Durante el desarrollo del valor de referencia, la exposición total a la radiación en personas-rem se obtuvo de los departamentos de la planta que mantenían dichos registros, incluida la categorización de los sucesos y las dosis por departamento afectado y/o implicado. Notar que en los objetivos estratégicos de la empresa está la reducción de dosis.

3. Disponibilidad de mano de obra para tareas de mantenimiento:

Presentación del indicador:

Indicador	Disponibilidad de mano de obra para realizar tareas de mantenimiento
Unidad Operativa	Embalse
Definición	Disponibilidad de mano de obra real para realizar tareas de mantenimiento en comparación a lo teóricamente establecido de acuerdo al organigrama.
Metas	Verde: Disponibilidad de horas reales mayores al 85% respecto del teórico. Amarillo: Disponibilidad de horas reales entre el 50% y el 85% respecto del teórico. Rojo: Disponibilidad de horas reales menores al 50% respecto del teórico.
Propietario del indicador	Jefe de departamento
Responsable de informar	Jefe de departamento
Desarrollo	(Gráficos, tablas, valores, etc.)

Tabla 6.3.c: Presentación indicador 3.

Fuente: Autoría propia.

Especificaciones:

El indicador al que se hace referencia es la "horas reales vs horas teóricas", compara la cantidad de personal de mantenimiento realmente disponible en relación con lo que se ha establecido teóricamente en el organigrama, considerando las horas normales de trabajo.

Este indicador es útil para evaluar la capacidad de la organización de ejecutar de manera eficiente y efectiva las tareas de mantenimiento. Si la disponibilidad de mano de obra es menor a lo que se ha establecido teóricamente, conducirá a una deficiencia en la cantidad y calidad del trabajo realizado. Esto puede deberse a problemas en la planificación del personal (incluso afecta a la planificación de capacitación de los mismos) o en la capacidad de la organización para reclutar y retener trabajadores de mantenimiento.

Por otro lado, si la disponibilidad de mano de obra es mayor a lo establecido teóricamente, puede haber oportunidades para optimizar el uso de recursos y mejorar la eficiencia en la realización de tareas de mantenimiento.

El indicador es útil para identificar oportunidades de mejora en la gestión de personal de mantenimiento y mejorar la eficiencia y efectividad de las actividades realizadas.

Este indicador es estacional, lo que significa que presenta patrones de comportamiento que se repiten en un mismo período de tiempo cada año. En este caso, se pueden establecer tendencias y planificar las actividades según la disponibilidad esperada de mano de obra.

El indicador debe ser complementado con los motivos de la indisponibilidad de mano de obra, como ser:

- Enfermedades: el ausentismo por enfermedad puede ser un factor importante en la disponibilidad del personal en la planta. Se deben registrar las ausencias por enfermedad, el tiempo de duración de la ausencia y la frecuencia de las ausencias relacionadas con enfermedades.

- Lesiones laborales: las lesiones laborales pueden sacar de servicio a un trabajador de la planta durante un tiempo prolongado. Es importante tener un registro detallado de las lesiones laborales, las causas y el tiempo de recuperación necesario.
- Vacaciones y permisos: los trabajadores de la planta tienen derecho a tomar vacaciones y permisos de acuerdo a lo establecido en los convenios colectivos de trabajo. Si bien son parte de los derechos de los trabajadores, igualmente deben ser registrados y monitoreados para medir el impacto en la disponibilidad del personal.
- Capacitación y entrenamiento: los programas de capacitación y entrenamiento pueden requerir que los trabajadores se ausenten de la planta por períodos cortos o prolongados. Es importante registrar los ausentismos relacionados con la capacitación y el entrenamiento para medir el impacto en la disponibilidad del personal.
- Otros factores específicos de cada sector: algunos sectores pueden tener factores específicos que afectan la disponibilidad del personal.

Fuente de datos:

Lo necesario para el desarrollo de esta métrica es pertinente en la utilización de la base de datos que se lleva adelante para la gestión del personal a través de la base de datos “Peoplenet”, en donde se le hace un seguimiento a las inasistencias con sus debidas razones, lo cual es relevante para la gestión de recursos humanos.

6.4 Presentación de resultados parciales

En el contexto del actual proyecto, se realiza un análisis estático de resultados, lo cual implica el estudio de datos recopilados en un momento específico en el tiempo, en el mismo se obtiene información sobre la situación específica de los indicadores. Este análisis se va a realizar utilizando diferentes técnicas estadísticas y herramientas de visualización de datos.

La presentación de los resultados parciales es un primer paso en la implementación de estos indicadores. Si bien se ha decidido no mostrar los resultados específicos por razones de confidencialidad, graficarlos es una herramienta valiosa para visualizar la información y sentar las bases para su implementación. Al presentar los datos en forma gráfica, se facilita la interpretación y análisis, lo que permite tomar decisiones informadas. Además, esta visualización ayuda a identificar patrones y tendencias no evidentes de otra manera.

En general, los periodos graficados se definen en función de la disponibilidad de la información y con la definición de objetivos para las variables. Sin embargo, con la implementación de estos se podrá verificar en los periodos que se considere oportuno.

Sin embargo, aunque el análisis estático de resultados puede proporcionar información valiosa, es importante recordar que los resultados de una investigación pueden cambiar con el tiempo debido a una variedad de factores, como cambios en el entorno, el comportamiento de los participantes o la evolución de las variables medidas. Por lo tanto, se recomienda que el seguimiento de los indicadores sea de manera iterativa. Esto significa que se deben alimentar y analizar de manera regular a lo largo del tiempo para detectar y responder a cualquier cambio que se produzca. De esta manera, se puede obtener una comprensión más completa y actualizada de la situación que se está investigando.

Además, el seguimiento iterativo también puede ser útil para realizar ajustes en la investigación en sí misma, como modificar los métodos de recopilación de datos o las variables que se están midiendo, para mejorar la precisión y relevancia de los resultados obtenidos, así como también predecir tendencias de ocurrencia.

- Indicador de eventos relacionados con el personal de mantenimiento

La métrica a analizar es la proporción de eventos relacionados con el personal de mantenimiento y los eventos totales de la planta. Esta métrica se calcula dividiendo el número

de eventos relacionados con el personal de mantenimiento por el número total de eventos en la planta.

Una vez que calculada la métrica, se puede representar visualmente a través de un gráfico de barras. En este tipo de gráfico, se utilizan barras verticales para mostrar la magnitud de cada valor en la métrica, en este caso, la proporción de eventos relacionados con el personal de mantenimiento y los eventos totales de la planta.

El eje vertical del gráfico de barras muestra la magnitud de la proporción, mientras que el eje horizontal muestra la evolución en el tiempo. Para este proyecto, el autor sugiere un intervalo de datos para analizar la variable de tiempo a través de meses.

Al representar la métrica de proporción en un gráfico de barras, se puede visualizar de manera clara y concisa cómo se compara la proporción de eventos relacionados con el personal de mantenimiento con el total de eventos en la planta. Esto proporciona información valiosa para la toma de decisiones, como, por ejemplo, si se debe asignar más personal de mantenimiento o mejorar los procesos de mantenimiento para reducir el número de eventos relacionados con el personal de mantenimiento en la planta.

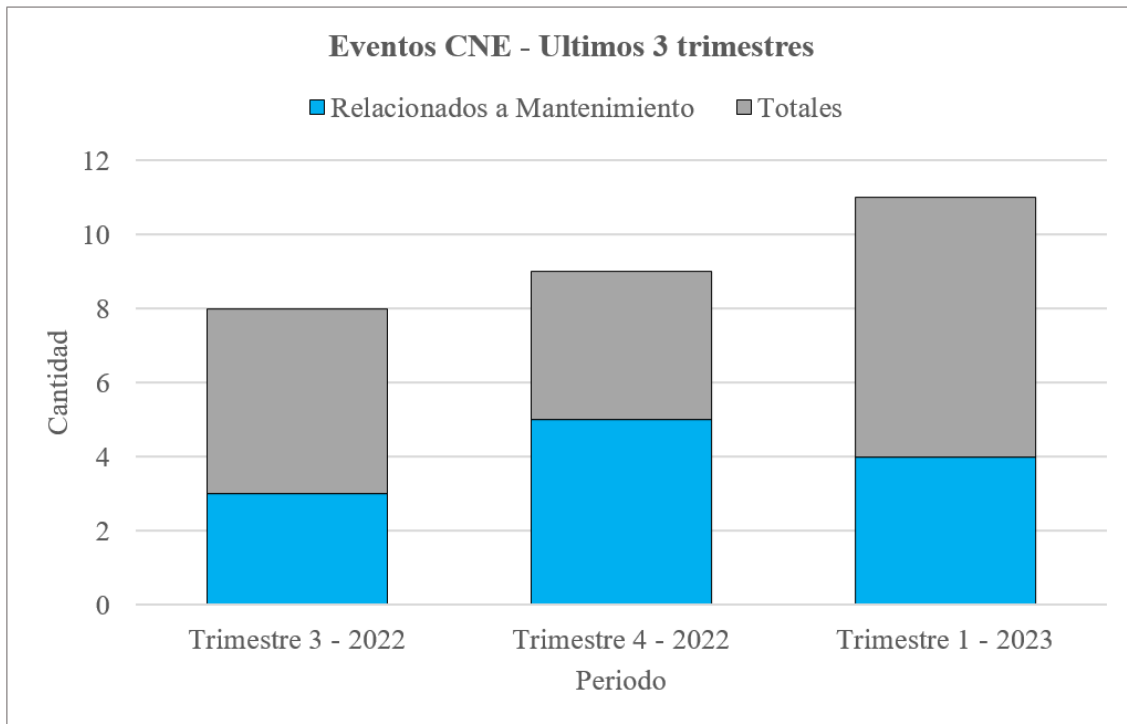


Gráfico 6.5.a: Gráfico de barras apiladas eventos CNE - Últimos 3 trimestres.
Fuente: Autoría propia.

La representación gráfica de los resultados es únicamente a los fines de presentar el modelo de visualización. Permite visualizar la evolución de los eventos relacionados con el personal de mantenimiento en los últimos tres trimestres. En este caso, el organismo regulador WANO es el encargado de discriminar qué eventos se deben al personal de mantenimiento, lo que garantiza la objetividad y transparencia de los resultados, lo cual no es una práctica actual, pero es una tendencia en centrales nucleares del mundo. Es por esto que no se define con exactitud los valores reales, pero sí se presenta el gráfico a modo de ejemplo.

Es importante destacar que el objetivo es minimizar la cantidad de eventos relacionados con el personal de mantenimiento, ya que esto indica una mayor eficiencia en los procesos y una mayor seguridad para el personal y la instalación. Si esta proporción es alta, o simplemente el número absoluto es alto, podría indicar que existen deficiencias en las prácticas de mantenimiento.

Por lo tanto, el análisis y seguimiento de este indicador es clave para identificar áreas de mejora en la gestión de mantenimiento y seguridad de la planta, y tomar medidas preventivas

y correctivas para minimizar los eventos relacionados con el personal de mantenimiento. La implementación de buenas prácticas y políticas de seguridad en los procesos de mantenimiento, así como la capacitación y supervisión adecuada del personal, son fundamentales para evitar o prevenir la ocurrencia de eventos.

- Dosis de radiación anual de los trabajadores de mantenimiento

En este caso, se ha analizado la dosis de radiación anual de los trabajadores de mantenimiento de manera grupal y personal. Para el estudio grupal, se utiliza un gráfico de líneas, mientras que, para el análisis personal, se utiliza un histograma.

El gráfico de líneas es una herramienta de visualización de datos que permite mostrar la evolución de una variable a lo largo del tiempo. En el caso del análisis grupal de la dosis anual de los trabajadores de mantenimiento, el eje horizontal del gráfico de líneas representará el tiempo, mientras que el eje vertical representará la dosis anual promedio de todos los trabajadores de mantenimiento. Este tipo de gráfico permite identificar tendencias en la dosis anual de los trabajadores de mantenimiento a lo largo del tiempo.

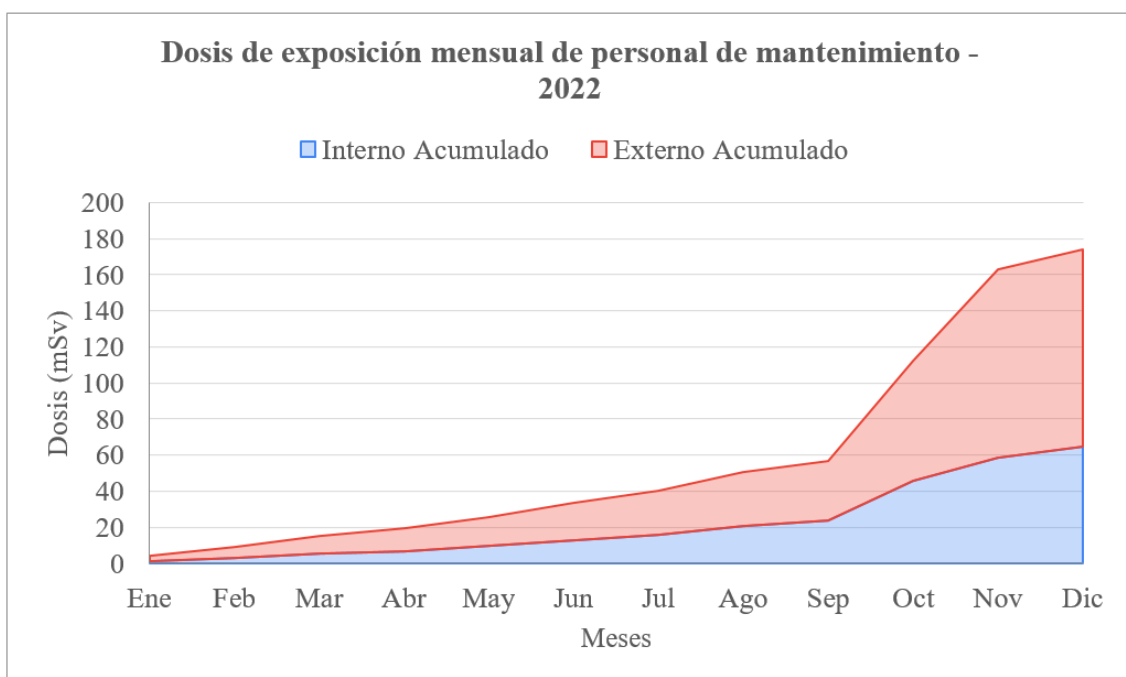


Gráfico 6.5.b: Gráfico de líneas anual de dosis de radiación del personal de mantenimiento - 2022.
Fuente: Autoría propia.

La reducción de la dosis colectiva en un porcentaje mayor o igual a 30% es un objetivo estratégico a futuro clave para la CNE. Esta meta se alinea con los estándares internacionales de seguridad radiológica y es fundamental para garantizar la seguridad y protección del personal de mantenimiento. En general, el objetivo es mantener la exposición del personal de mantenimiento tan baja como sea posible para evitar efectos adversos para la salud.

El análisis de la variación de la exposición se realizó en base al año 2022. El uso de este indicador mantenimiento permitirá a la organización monitorear y medir el desempeño de sus procesos y actividades de mantenimiento, y así, implementar acciones preventivas y correctivas y modificaciones a los procedimientos de trabajo para reducir la exposición radiológica del personal.

Al analizar el gráfico, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

La exposición interna y externa varía según los meses: El gráfico muestra una variación en la exposición interna y externa a lo largo del año, la cual puede estar relacionada con trabajos especiales de mantenimiento realizados en meses específicos como también la realización de paradas programadas de planta.

La exposición interna y externa deben ser ambas tenidas en cuenta por separado: La exposición interna y externa se deben en general a causas diferentes e incluyen medidas de protección radiológica específicas. Por lo tanto, su seguimiento y el aporte a la dosis total es importante para cumplir con los requerimientos ALARA.

Comparación con los límites de exposición: Es importante comparar la exposición anual colectiva del personal de mantenimiento con los límites de exposición esperados por las regulaciones de seguridad nuclear y por la comparación con los datos históricos de la planta. Si la exposición anual del personal de mantenimiento está por debajo de estos límites, esto sugiere que se están cumpliendo los requisitos de seguridad radiológica. Si la exposición anual del

personal de mantenimiento está por encima de estos límites, se deben tomar medidas para reducir la exposición.

Se observa un aumento en las dosis de exposición en los meses de septiembre, octubre y noviembre, relacionado con una parada programada de la planta. Durante estas paradas, se realizan trabajos de mantenimiento que aumentan la exposición del personal de mantenimiento. Es importante que se realicen evaluaciones de riesgo adecuadas antes de cualquier parada programada de la planta nuclear para minimizar la exposición radiológica del personal de mantenimiento.

El análisis de la evolución de este indicador debería reflejar la exposición anual del personal de mantenimiento ya sea si aumenta o disminuye a lo largo de los años; si el gráfico muestra datos de varios años, es probable que se observe una tendencia general hacia la disminución de la exposición anual del personal de mantenimiento de acuerdo a las expectativas organizacionales. Esto indica que se han implementado medidas efectivas de protección radiológica en la planta nuclear y que se están llevando a cabo los procedimientos de trabajo adecuados. Igualmente, picos de exposición podrían indicar la necesidad de mejorar las medidas de protección radiológica; si hay picos en el gráfico que indican un aumento significativo en la curva de exposición anual del personal de mantenimiento en un año en particular, esto podría indicar la necesidad de revisar las medidas de protección radiológica y los procedimientos de trabajo. Es posible que se necesiten ajustes para reducir la exposición en el futuro.

Por otro lado, el histograma es una herramienta de visualización de datos que demuestra la distribución de una variable en un conjunto de datos. En el caso del análisis personal de la dosis anual de los trabajadores de mantenimiento, el histograma permite ver la frecuencia con la que aparecen diferentes valores de dosis anual en el conjunto de trabajadores de mantenimiento. De esta manera, se identifica la distribución de la dosis anual y se determina si hay trabajadores que están expuestos a dosis más altas que otros.

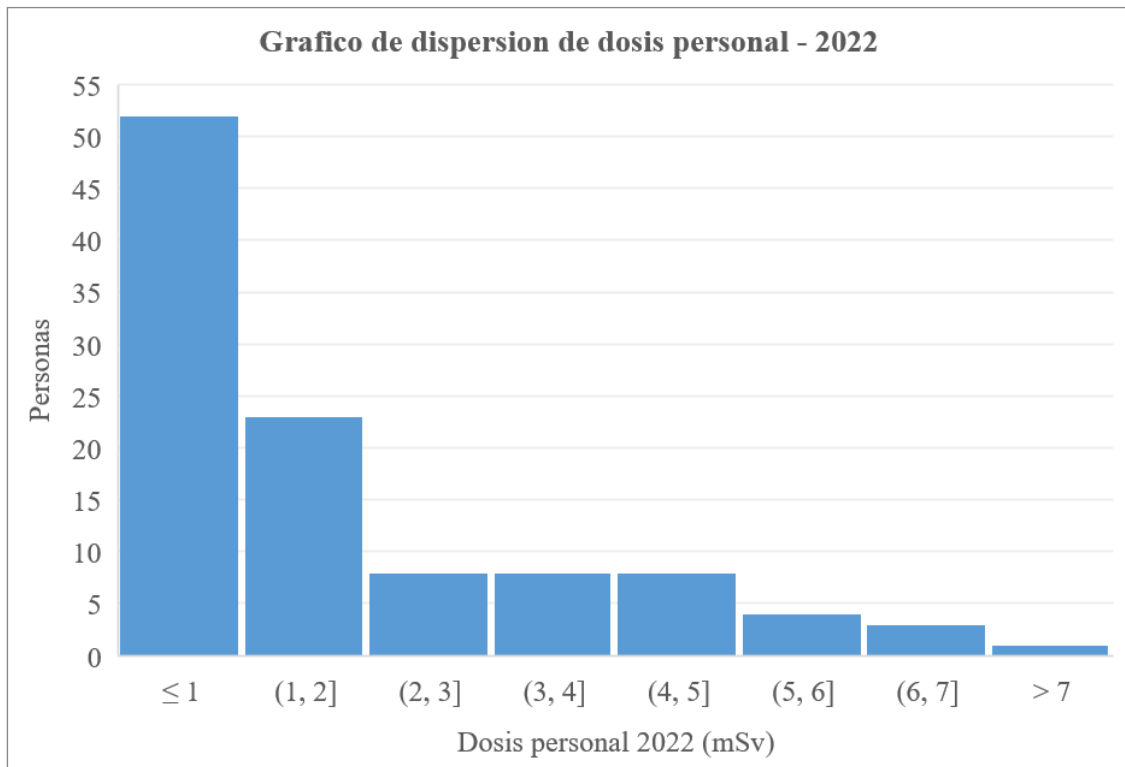


Gráfico 6.5.c: Gráfico de dispersión de dosis anual por personal de mantenimiento - 2022.

Fuente: Autoría propia.

Entonces, para complementar el análisis se realiza un gráfico de dispersión con la exposición anual personal de los trabajadores de la subgerencia de mantenimiento. Se observa un gráfico de dispersión que muestra una amplia gama de valores de exposición, podría indicar que hay una variación significativa en la exposición radiológica del personal de mantenimiento. Esta variación puede ser el resultado de varios factores, incluyendo la especialización de los trabajadores, el tipo de trabajo que realizan y su nivel de capacitación en protección radiológica.

Por otro lado, si se observa que algunos trabajadores tienen una exposición radiológica más alta que otros, esto podría deberse a una deficiente administración del personal con respecto a la dosis. Es importante que la organización tenga un sistema de gestión de la protección radiológica adecuado para asegurarse de que todos los trabajadores estén protegidos de manera efectiva contra la radiación ionizante.

La exposición personal interna y externa deben estar dentro de los límites de seguridad y límites administrativos aún más bajos establecidos por las plantas: Es importante verificar

que nunca se excedan éstos límites. Si los valores de dosis en mSv se acercan a estos límites de seguridad, se deben tomar todas las medidas de protección radiológica necesarias para no alcanzarlos, como por ejemplo limitar el ingreso del personal en cuestión lo cual a su vez puede representar la necesidad de reemplazarlos por otro personal igualmente calificado.

La forma del gráfico se debe a que un importante número tiene muy poca exposición, por lo que sus valores no se consideran ya que las dosis absorbidas son nulas o casi nulas.

- Disponibilidad de mano de obra para tareas de mantenimiento

Para este indicador, se realiza un análisis de la disponibilidad de mano de obra para tareas de mantenimiento utilizando tres herramientas de visualización de datos diferentes: un doble gráfico de líneas para mostrar las horas teóricas y las horas disponibles, un diagrama circular en complemento con un diagrama de barras para mostrar los motivos de las inasistencias.

El doble gráfico de líneas es una herramienta de visualización de datos utilizada para comparar dos conjuntos de datos diferentes en un mismo gráfico. En el caso del análisis de la disponibilidad de mano de obra, el eje horizontal del gráfico representa el tiempo, mientras que el eje vertical representa las horas teóricas y las horas disponibles. La línea de las horas teóricas representa la cantidad de horas que deberían estar disponibles para tareas de mantenimiento en un periodo de tiempo determinado, mientras que la línea de las horas disponibles representa la cantidad de horas que efectivamente estuvieron disponibles para tareas de mantenimiento durante ese mismo periodo de tiempo. Este tipo de gráfico permite identificar si la cantidad de horas disponibles para tareas de mantenimiento se encuentra por encima o por debajo de las horas teóricas, y si ha habido cambios en la disponibilidad de mano de obra a lo largo del tiempo.

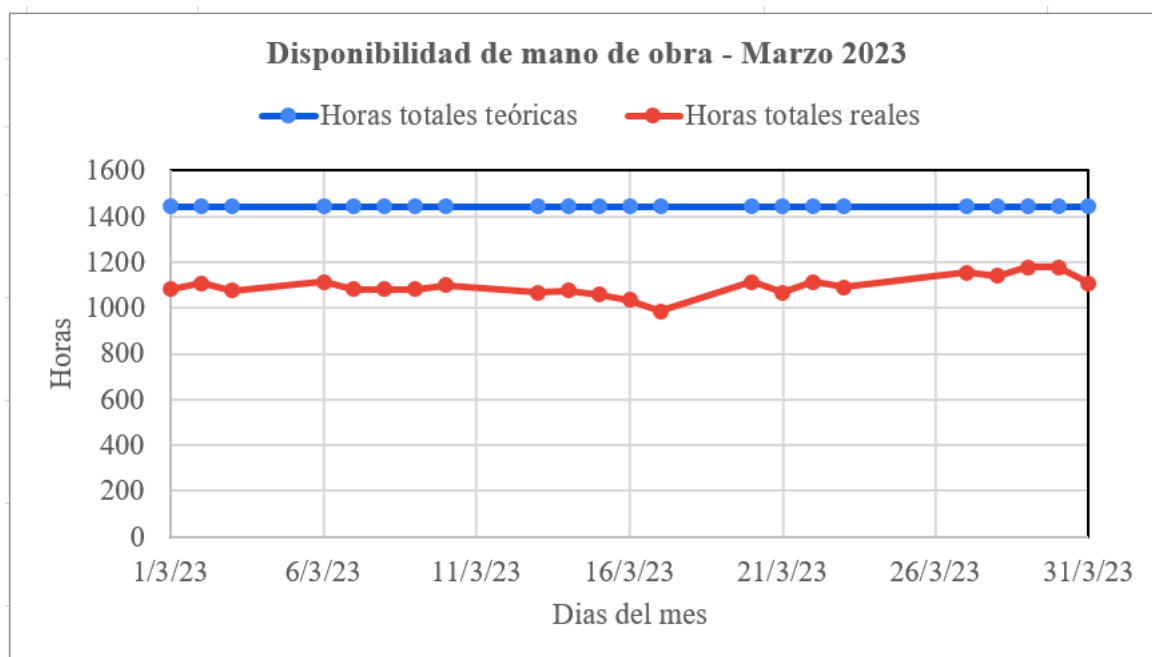


Gráfico 6.5.d: Gráfico de líneas de disponibilidad de mano de obra teórica y real - Marzo 2023.
Fuente: Autoría propia.

El análisis de la disponibilidad de mano de obra es un indicador importante para medir la capacidad del sector de mantenimiento de ejecutar tareas de mantenimiento. Si la cantidad de horas reales disponibles es significativamente menor que la cantidad de horas teóricas disponibles (aproximadamente un 80%), puede indicar problemas en la planificación y programación de la mano de obra, así como en la capacidad del personal para cumplir con sus tareas.

Al observar el gráfico para el mes de marzo de 2023, se puede identificar si hay algún patrón de comportamiento en la disponibilidad de mano de obra en función de los días del mes. También se puede comparar la cantidad de horas teóricas disponibles con las horas reales disponibles para identificar cualquier discrepancia. Si hay una brecha significativa entre las horas teóricas y las horas reales, se deben investigar las causas para identificar oportunidades de mejora en la planificación y gestión de la mano de obra.

Este análisis puede ser importante para explicar la tendencia de otros indicadores en el proceso de mantenimiento, como el tiempo promedio de reparación, la cantidad de fallas

recurrentes y principalmente la tasa de cumplimiento de los planes de mantenimiento preventivo (órdenes de trabajo).

Tener un registro histórico de la disponibilidad de mano de obra ayuda a establecer tendencias a lo largo del tiempo, para así planificar y programar mejor las actividades de mantenimiento. Identificar patrones y tendencias en la disponibilidad de mano de obra y determinar los períodos en los que la disponibilidad suele ser más baja permite tomar medidas preventivas para minimizar su impacto por ejemplo en los meses de vacaciones y semanas claves del año.

Por otro lado, el diagrama circular es una herramienta de visualización de datos que muestra la distribución de una variable en un conjunto de datos. En este caso, la herramienta se utiliza para mostrar los motivos de las inasistencias del personal de mantenimiento como porcentajes. Este tipo de gráfico permitirá identificar los motivos más comunes de las inasistencias y tomar medidas para reducir o eliminar los motivos más frecuentes.

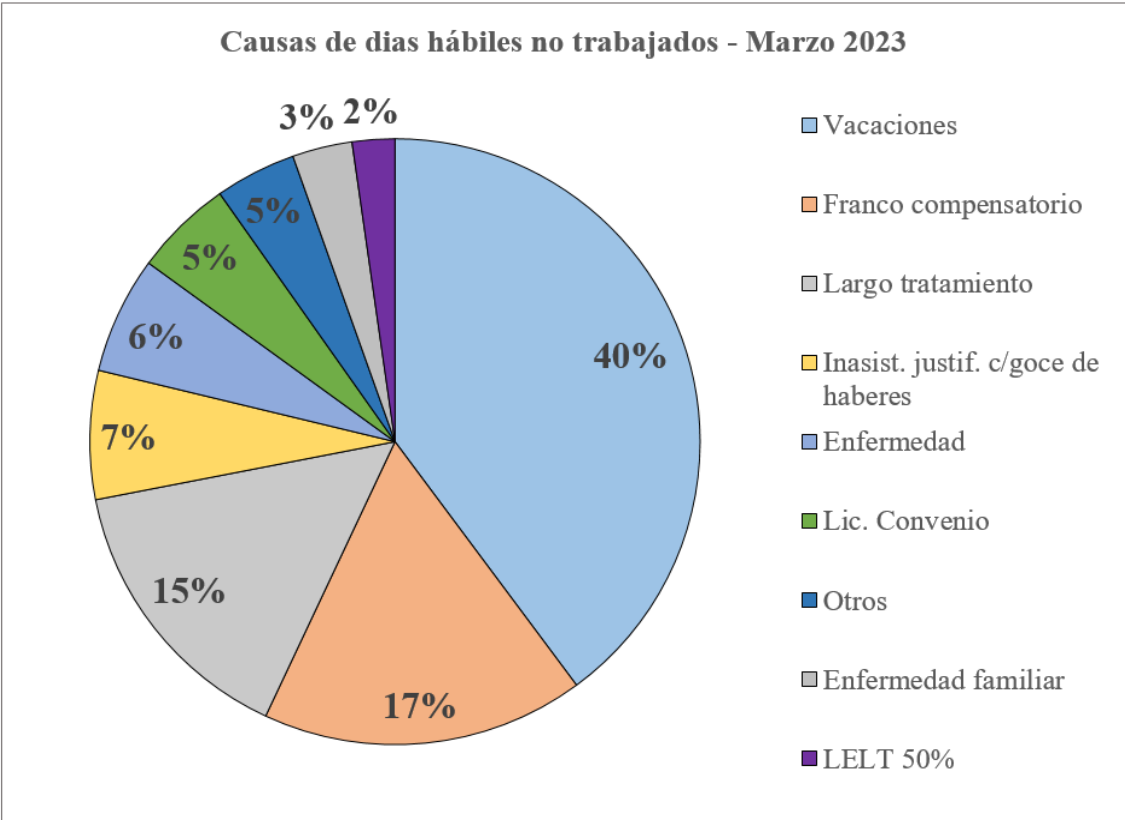


Gráfico 6.5.e: Gráfico circular de causas de inasistencias subgerencia de mantenimiento - Maro 2023
Fuente: Autoría propia

El análisis del ausentismo del personal es un complemento importante al indicador de disponibilidad de mano de obra, ya que puede ayudar a identificar las causas subyacentes de la brecha entre las horas teóricas y las horas reales disponibles.

El ausentismo puede deberse a muchas causas, como enfermedad, accidentes, estrés, problemas familiares, entre otros. Por lo tanto, es importante identificar las causas subyacentes del ausentismo para poder implementar medidas correctivas efectivas.

Además, es importante llevar un registro detallado del ausentismo para poder identificar patrones y tendencias a lo largo del tiempo. Si se observa que el ausentismo está aumentando en un área o departamento en particular, se pueden tomar medidas preventivas antes de que el problema se vuelva crítico.

Las variables graficadas permiten sacar las siguientes conclusiones:

Vacaciones: El alto porcentaje de ausencias debido a vacaciones puede indicar una deficiente planificación por parte de la organización en cuanto a la distribución del trabajo y la gestión de los recursos humanos. Sin embargo, también puede ser una señal de que la carga de trabajo no está siendo suficientemente alta, que la política de vacaciones es demasiado flexible, y también podría indicar una baja capacidad de la empresa de atender requerimientos de órdenes de trabajo correctivas en ese periodo. En cualquier caso, es importante seguir monitoreando y evaluando esta variable para asegurar una gestión eficiente del personal de mantenimiento y comparar las diferencias entre sectores y aprovechar las mejores prácticas que algunos de ellos puedan estar incorporando.

Francos compensatorios: El ausentismo relacionado con los francos compensatorios puede ser una señal de que se está trabajando con una carga de trabajo demasiado alta, con OT no planificadas que obligan al trabajo los días feriados que generan dichos francos o que la distribución de tareas no está siendo equitativa. Es importante evaluar si se están otorgando suficientes recursos y herramientas al personal de mantenimiento para evitar la necesidad de

trabajar horas extras y días adicionales, lo que puede estar causando una sobrecarga y fatiga. Por otro lado, se podría en estos casos evaluar la evolución de la cantidad de francos compensatorios disponibles en un determinado sector. Un aumento desproporcionado podría estar indicando problemas a futuro cuando ese personal quiera tomarlos.

Enfermedades con largo tratamiento: El ausentismo debido a enfermedades con tratamiento prolongado es lógico para cuidar de la salud del personal de mantenimiento. Sin embargo, puede ser un desafío para la organización asegurar una continuidad en las tareas y responsabilidades. Es importante monitorear y apoyar a los trabajadores de mantenimiento que estén lidiando con problemas de salud, así como también buscar maneras de cubrir sus responsabilidades mientras están ausentes para garantizar la continuidad y calidad del trabajo. Por otro lado, si esto aumenta mucho en un sector específico podría significar problemas en el modo de realizar los trabajos como también en las relaciones interpersonales en ese lugar.

6.4.1 Impacto de resultados

Para realizar un análisis del impacto de los resultados, se debe analizar bajo la implementación de los indicadores, ya que, no es posible una cuantificación económica directa del desarrollo de las métricas bajo el presente proyecto debido a que el efecto, en su esencia, sería la mejora en los procesos de gestión a través de un control y seguimiento. Sin embargo, a través del uso eficiente de los indicadores se mejoran los procesos que permiten, por ejemplo:

- Bajar la dosis de radiación del personal, preservar al personal clave que esté con dosis de radiación alta a través de la identificación temprana, que como fue mencionado, es un objetivo estratégico de la organización.

- Identificar las causas y tendencias en la ocurrencia de eventos que podría llevar a costar mucho esfuerzo en términos ya sea económicos como operacionales a través de indicadores

capacitación y calificación. Los eventos pueden producir un alto lucro cesante. La CNE genera 650 MWe/hr a un valor medio anual de USD 71/MWe por hora, de acuerdo al Ministerio de Minería y Energía²⁹. Las salidas de servicio que no se recuperan en la primer media hora de ocurridas duran, por razones de física del núcleo, un mínimo de 36 horas, representando por lo tanto una pérdida de generación de USD 1.661.400. En la operación de las tres centrales han ocurrido eventos que han generado salidas de servicio que han durado incluso varios meses o periodos prolongados de operación a baja potencia. Además, puede afectar la reputación de la empresa frente a los clientes, socios comerciales, autoridades regulatorias y la opinión pública.

- Por último, el cumplimiento de los programas de mantenimiento, como el programa de mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos, depende de la cantidad de personal disponible para la planificación y ejecución de las actividades lo que se sigue y gestiona con los indicadores de ausentismo. Una deficiente gestión de las actividades de mantenimiento podría llevar a un funcionamiento incorrecto de los equipos, que, siguiendo con lo establecido en el punto anterior, podría llegar a sacar de servicio a la planta con lo que esto significa.

Por otro lado, el desarrollo de las métricas contribuye a la mejora en la gestión de indicadores de performance alineada con los requerimientos del WANO en el programa ePM (enhanced Performance Monitoring) lo cual le agrega mucho valor a la central nuclear dentro de los estándares internacionales.

²⁹ Referencia: /29/- Precio mayorista de la energía eléctrica – Ministerio de Minería y Energía, 2016. https://www.minem.gob.ar/servicios/archivos/6886/AS_14817236511.pdf

7. Recomendaciones

7.1 Actualización y seguimiento

La actualización consiste en la recopilación de los datos y su carga en el sistema informático, la frecuencia de actualización se realizará en base a los periodos establecidos para cada indicador en el sistema informático.

- a. El “Responsable del Indicador” debe verificar la veracidad y consistencia de los datos cargados en el sistema informático.
- b. La actualización de los indicadores en el sistema informático debe realizarse dentro de los doce días corridos siguientes al período a reportar.

Con el objetivo de automatizar la actualización de la información que alimenta a los indicadores se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Definir los indicadores que se desea alimentar automáticamente. Es importante tener claro cuál es la información relevante para el seguimiento y la toma de decisiones.
2. Diseñar un programa que permita la extracción de los datos necesarios para alimentar los indicadores. Este programa puede ser creado por el personal de sistemas informáticos y debe estar adaptado a la estructura de la base de datos donde se almacenan.
3. Configurar el programa para que se ejecute de forma periódica, de acuerdo a la frecuencia en la que se requiere actualizar los indicadores.
4. Una vez que se obtengan los datos, se deben procesar y preparar para su inserción en la base de datos común. Esto se puede hacer mediante una serie de “*scripts*” que transformen y limpien los datos según sea necesario.

5. Por último, los datos preparados se deben insertar en la base de datos común, como lo es Metabase. Para ello, se puede utilizar alguna Interfaz de Programación de Aplicaciones (por sus siglas en inglés API) o conexión directa a la base de datos.

Una vez que los indicadores han sido alimentados automáticamente en la base de datos común, es oportuno definir la visualización de los datos a través de un tablero de control, que es una forma muy útil de monitorear el rendimiento y la eficacia del mantenimiento. Es una herramienta que permite recopilar y presentar información en tiempo real en una sola pantalla, de modo que se puedan ver múltiples indicadores de rendimiento a la vez. Algunos elementos comunes de un tablero de control de mantenimiento incluyen:

- Gráficos de barras y gráficos de líneas: Estos gráficos se utilizan para mostrar el rendimiento de los equipos o sistemas de mantenimiento en el tiempo. Por ejemplo, un gráfico de barras podría mostrar el tiempo de inactividad promedio de cada equipo en el último mes, mientras que un gráfico de líneas podría mostrar la tasa de fallas de un sistema en el último año.
- Indicadores clave de rendimiento (KPI): Los KPI son medidas que reflejan el éxito de una organización en alcanzar sus objetivos. En un tablero de control de mantenimiento, los KPI podrían incluir la tasa de fallas, el tiempo medio entre fallas, el tiempo de inactividad promedio y el costo de mantenimiento.
- Alertas y notificaciones: Las alertas y notificaciones se utilizan para llamar la atención sobre situaciones críticas o urgentes, como una falla inminente o un problema de seguridad.
- Cuadros de texto y resúmenes: Estos elementos proporcionan un resumen rápido de los principales indicadores de rendimiento y ayudan a los usuarios a comprender rápidamente la información en el tablero de control

Por otra parte, es importante comunicar los resultados. Para realizar el correcto seguimiento de los indicadores de mantenimiento, el subgerente de mantenimiento, deberá realizar al menos una reunión mensual de análisis junto a los jefes de cada uno de los departamentos. En la misma se deberán tratar aquellos indicadores que no alcanzaron la meta, definiendo las acciones a implementar para corregir los desvíos, los responsables de las acciones a implementar y la fecha estimada para cumplimentar las acciones. Se deberá dejar constancia documentada de la realización de la reunión. Aquellos indicadores (Gerenciales) de mantenimiento que tengan una periodicidad de actualización superior al mes, deberán ser tratados en los meses que correspondan. Las acciones a implementar y las fechas estimadas para cumplimentar la acción deben ser cargadas en el sistema informático.

Por otro lado, también es conveniente la comunicación de los resultados al equipo de mantenimiento de forma clara y concisa. Para esto se recomienda:

1. Establecer un formato para la presentación de los resultados de los indicadores, de manera que sea fácil de entender y visualizar. Los indicadores que se desean comunicar deben estar disponibles siempre que se lo solicite. Por ejemplo, se pueden utilizar tableros con gráficos o tablas que muestran la evolución de los indicadores a lo largo del tiempo y colocarlos en talleres o monitores donde esté presente el equipo.
2. Programar una reunión periódica con el equipo de mantenimiento para presentar los resultados de los indicadores y discutir cualquier acción que deba ser tomada en función de los mismos. Asegurarse de que la reunión sea conducida por una persona que tenga un buen conocimiento de los indicadores y que pueda responder cualquier pregunta que surja.
3. Comunicar y transmitir los resultados de los indicadores de manera oportuna, es decir, tan pronto como los datos estén disponibles en la base de datos común. Esto va a

permitir que el equipo de mantenimiento pueda tomar decisiones rápidas y eficaces en función de los mismos.

4. Finalmente, asegurarse de que el equipo de mantenimiento esté comprometido con el seguimiento de los indicadores y la mejora continua. Es importante que los resultados de los indicadores sean vistos como una herramienta útil para el equipo y que se sientan motivados a trabajar en su mejora.

7.2 Recomendaciones para la mejora continua

A partir de los resultados obtenidos en la realización de este proyecto integrador sobre la gestión por indicadores en el sector de mantenimiento en la industria nuclear, se han identificado una serie de recomendaciones de mejora continua que pueden ser aplicadas por las empresas que operan en el sector para mejorar su gestión por indicadores.

El set de indicadores definidos, es un conjunto preliminar que deberá ser completado en el futuro en base a las necesidades de los responsables de mantenimiento y de los usuarios de los mismos, por ejemplo, la dirección de la empresa.

Para completar los indicadores es conveniente trabajar con los ya definidos en la industria como los presentados en el Anexo V y VI. De ser necesario, adaptarlos, aunque esta opción debiera limitarse al mínimo para mantener la posibilidad de compararlos con otras plantas e incluso, en el caso de desviación de los mismos, hacer un benchmarking de las acciones correctivas implementadas.

Los departamentos de mantenimiento pueden tener actividades muy diferentes y, por lo tanto, requerir diferentes indicadores para medir su desempeño. Por esta razón, es recomendable que cada sector adopte su propio set de indicadores que sean eficientes para su toma de decisiones, de acuerdo a objetivos específicos y metas que se relacionen con sus actividades y que sean coherentes con los objetivos generales de la organización.

Es importante que los indicadores sean relevantes y significativos, sean fáciles de medir y permitan una interpretación clara de los resultados. Además, deben estar alineados con las mejores prácticas del sector y ser comparables con otros departamentos similares, para poder hacer comparaciones y mejoras.

Por lo tanto, se debe fomentar la participación activa de los responsables de cada departamento de mantenimiento en la definición y seguimiento de los indicadores. Esto garantiza que los indicadores seleccionados sean adecuados para las necesidades del sector correspondiente y que sean efectivos para la toma de decisiones. Sin embargo, el mantener un grupo de indicadores comunes puede facilitar, a través de la combinación de los mismos, la construcción de un tablero de control de la Subgerencia de Mantenimiento.

Complementando esta sugerencia, debe existir un plan de acción cuando un indicador se dispara, para de esta manera, mejorar continuamente el desempeño de la organización. El plan debe ser específico, concreto, medible y estar respaldado por un equipo de trabajo responsable de su implementación. A continuación, se sugieren algunos pasos para establecer un plan de acción cuando un indicador se dispara:

1. Identificar la causa raíz del problema: entender qué está causando el problema detrás del indicador que se ha disparado. Para ello, se puede realizar un análisis detallado y consultas con el personal involucrado en la actividad que mide el indicador.
2. Establecer un equipo de trabajo: involucrar a un equipo de trabajo responsable de definir y ejecutar las acciones para resolver el problema. Este equipo debe incluir a personas de diferentes áreas que tengan el conocimiento y las habilidades necesarias para abordar el problema.
3. Definir acciones específicas: identificada la causa raíz del problema, se deben definir acciones específicas para abordarlo. Estas acciones deben ser concretas, medibles y factibles de realizar.

4. Establecer plazos y responsables: establecer plazos claros y responsables específicos para cada acción.
5. Realizar un seguimiento: es importante monitorear el progreso de las acciones y realizar ajustes si es necesario. El seguimiento debe ser realizado de forma regular para asegurarse de que se están logrando los resultados esperados.

Es fundamental brindar capacitaciones a los mandos altos e intermedios relacionados con la gestión de indicadores para garantizar una utilización efectiva de esta herramienta. Algunas de las áreas en las que se deberían brindar capacitaciones a los jefes de departamentos son:

- Selección de indicadores: Deben conocer cómo seleccionar los indicadores más adecuados para medir el desempeño de su área de trabajo. Esto implica conocer las mejores prácticas del sector, definir objetivos específicos y establecer metas alcanzables.
- Análisis de datos: Es fundamental que sepan cómo analizar los datos obtenidos de los indicadores. Esto incluye conocer técnicas estadísticas y herramientas de análisis de datos para identificar patrones y tendencias.
- Comunicación de resultados: Los jefes de departamentos y asistentes deben saber cómo comunicar los resultados de los indicadores de manera efectiva a sus equipos de trabajo y a la alta dirección. Esto implica tener habilidades de comunicación y presentación, y saber cómo adaptar el mensaje para diferentes audiencias.
- Seguimiento y mejora continua: Es importante que sepan cómo utilizar los resultados de los indicadores para mejorar continuamente el desempeño de su área de trabajo. Esto implica establecer planes de acción, realizar seguimiento y evaluar los resultados obtenidos.

Por último, es fundamental promover la cultura de mejora continua, en particular en el sector de mantenimiento. Esto implica la promoción de la participación activa de los trabajadores en la identificación de oportunidades de mejora, la implementación de soluciones y el seguimiento de los resultados obtenidos.

Básicamente, la aplicación de estas recomendaciones de mejora continua ayudaría a las empresas que operan en el sector de mantenimiento en la industria nuclear a mejorar su gestión por indicadores y, por lo tanto, mejorar su eficiencia y eficacia en los procesos de mantenimiento. Es importante recordar que la mejora continua es un proceso constante y que siempre existen oportunidades de mejora en cualquier sector empresarial.

7.3 Benchmarking

NASA promueve la realización de Benchmarking entre las plantas, con el propósito de estar continuamente aprendiendo de las buenas prácticas implementadas en otros sectores, así como también con empresas fuera del ámbito nuclear. Se plantean anualmente objetivos de cantidad de benchmarking a realizar parte de los cuales son realizados por personal de la Subgerencia de mantenimiento. El autor sugiere la implementación de programas de benchmarking internos y externos a NASA para comparar el desempeño del sector de mantenimiento obteniendo referencias externas.

Respecto del benchmarking externo se recomienda utilizar los estándares y objetivos establecidos por organizaciones internacionales como WANO, la cual es una práctica recomendada mundialmente para realizar un benchmarking externo efectivo en la industria nuclear.

Los objetivos de desempeño establecidos por WANO son una referencia importante para evaluar el rendimiento de una central nuclear en comparación con el promedio de la industria y con las unidades individuales. Estos objetivos permiten a las centrales nucleares

identificar áreas en las que puedan mejorar su rendimiento y trabajar hacia el cumplimiento de los estándares de la industria.

Al basar los objetivos de rendimiento individuales en que ninguna planta se encuentre con valores en el cuartil más bajo del período objetivo anterior, WANO promueve una mejora continua y alienta a todas las unidades a superar los niveles mínimos de desempeño establecidos. Esto implica que se espera que todas las unidades busquen resultados que superen al menos al 25% más bajo de las unidades evaluadas en el período anterior.

Al utilizar estos objetivos de benchmarking, las centrales nucleares pueden comparar su desempeño con el de sus pares y trabajar para cerrar las brechas identificadas. También les permite identificar las mejores prácticas y enfoques adoptados por las unidades con mejor rendimiento y buscar oportunidades de mejora en sus propias operaciones de mantenimiento.

Utilizar los objetivos establecidos por WANO en el benchmarking externo es una estrategia valiosa para evaluar y mejorar el desempeño de una central nuclear, y contribuye al objetivo general de promover una industria nuclear segura y eficiente

Respecto de realizar un programa de benchmarking interno, de acuerdo con la guía de Benchmarking Interno³⁰, es una buena manera de comparar y mejorar el desempeño en el mantenimiento de las centrales nucleares dentro de la Nucleoeléctrica Argentina SA. A continuación, se describen las etapas clave del proceso de benchmarking interno:

a. Recopilación de datos y documentación:

- Recolectar los indicadores de mantenimiento relevantes y los datos asociados de las centrales nucleares de la Nucleoeléctrica Argentina SA.
- Documentar los procedimientos, políticas y prácticas de mantenimiento en cada central nuclear.

³⁰ Referencia: /061/- SGyPE-03 Benchmarking interno (BMi) – Nucleoeléctrica Argentina SA, 2017.

- Establecer un sistema estructurado para recopilar y mantener los datos actualizados de manera regular.

b. Comparación y análisis:

- Analizar los indicadores de mantenimiento recopilados de las diferentes centrales nucleares.

- Realizar una comparación detallada entre las unidades para identificar diferencias y brechas en el rendimiento del mantenimiento.

- Utilizar herramientas y técnicas de análisis comparativo para evaluar el desempeño y destacar las áreas de mejora potencial.

c. Acciones de mejora:

- Establecer un plan de acción basado en los hallazgos del análisis comparativo.

- Identificar las áreas de mejora y las mejores prácticas de mantenimiento adoptadas por las unidades de alto rendimiento.

- Implementar acciones correctivas y preventivas para abordar las brechas identificadas y mejorar el rendimiento general del mantenimiento.

- Establecer metas y plazos claros para el logro de los objetivos de mejora y monitorear el progreso de manera regular.

Es importante tener en cuenta que el benchmarking interno debe ser un proceso continuo y repetitivo. Permite la comunicación y colaboración entre las diferentes unidades, fomentando el intercambio de conocimientos y experiencias en el ámbito del mantenimiento.

Al implementar acciones de mejora basadas en el análisis comparativo interno, las centrales nucleares pueden trabajar juntas para optimizar sus prácticas de mantenimiento, promover la eficiencia y la seguridad, y lograr un desempeño más sólido en general.

8. Conclusión

La gestión por indicadores se ha convertido en una herramienta fundamental para mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos empresariales, y el sector de mantenimiento en la industria nuclear no es la excepción. El propósito de este proyecto integrador fue, incorporando nuevos indicadores de gestión, contribuir a la mejora en la gestión del sector de mantenimiento en una industria tan particular como lo es la industria nuclear, para identificar las mejores prácticas y oportunidades de mejora.

Para ello, se evaluó el estado de actual de los indicadores de gestión de mantenimiento encontrando que, si bien la empresa cuenta con indicadores de gestión, los mismos son muy generales y de difícil aplicación para las actividades de mantenimiento, por tal razón se propusieron nuevos indicadores para la mejora continua.

Además de mejorar los indicadores existentes se propuso otros indicadores específicos que le permitan optimizar sus procesos y realizar benchmarking con organizaciones similares líderes de la industria.

Esta investigación también pretende proporcionar información acerca de la importancia de la gestión por indicadores en el sector de mantenimiento en la industria nuclear, y cómo la utilización adecuada de los mismos puede mejorar la eficiencia y la seguridad en este sector. Los resultados obtenidos en este proyecto son de gran utilidad para las empresas que operan en el sector, así como para los investigadores que se dedican a estudiar la gestión por indicadores en otros sectores. Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que los indicadores de gestión son fundamentales en la toma de decisiones en el sector de mantenimiento en la industria nuclear.

Se ha observado que existen ciertas limitaciones en la medición de los indicadores de gestión, debido a la complejidad de los procesos y la variedad de factores que influyen en el rendimiento y la seguridad en este sector.

A pesar de las limitaciones encontradas, existen buenas prácticas para mejorar la gestión por indicadores. Entre ellas se encuentran la definición clara de objetivos, la elección adecuada de los indicadores de gestión, el establecimiento de metas realistas, la revisión periódica de los indicadores y la comunicación de los resultados.

Además, se ha encontrado que la implementación de herramientas tecnológicas como el software de gestión de mantenimiento puede mejorar la recopilación de datos y la medición de los indicadores de gestión. Esto ayuda a la toma de decisiones más informada y a la identificación de áreas de mejora en el sector de mantenimiento en la industria nuclear.

En conclusión, se puede afirmar que la gestión por indicadores es una herramienta esencial en el sector de mantenimiento en la industria nuclear.

Es importante destacar que la aplicación de las buenas prácticas identificadas en este proyecto puede mejorar la gestión por indicadores en el sector de mantenimiento en la industria nuclear, sino que también, puede ser aplicada en otros sectores de la empresa.

9. Referencias

Documentos internos de la empresa:

/01/- MCM-CNE: Manual General de la Subgerencia de Mantenimiento - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2018.

/02/- NA-12-02 Gestión por indicadores - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2018.

/03/- GCIA-CNE-2022 Plan Operativo 2022-2024 - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2022.

/04/- PG-1008 Gestión de tareas - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2022.

/05/- PI-1197 Alcance y clasificación de componentes críticos para la confiabilidad de equipos en CNE - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2022.

/06/- PI-1010 Mantenimiento preventivo y predictivo en CNE - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2021.

/061/- SGYPE-03 Benchmarking interno (BMi) – Nucleoeléctrica Argentina SA, 2017.

Guías internacionales:

/07/- Leading business performance indicators for nuclear power plants - EPRI, 2007.

/08/- Metrics for assessing maintenance effectiveness - EPRI, 2006.

/09/- Enhanced Performance Monitoring Indicator Manual - WANO, 2022.

Páginas web:

/10/- Institucional - Nucleoeléctrica Argentina SA, <https://www.na-sa.com.ar/es/Institucional>

/11/- Plan Estratégico 2021-2030 - Nucleoeléctrica Argentina SA, <https://www.na-sa.com.ar/storage/files/shares/Infograf%C3%ADa%20PE%202021-2030.pdf>

/12/- Indicadores de Mantenimiento - García Garrido, Santiago,
<http://www.mantenimientomundial.com/notas/indicadores-en-mantenimiento.pdf>

/13/- Central Nuclear Embalse - Nucleoeléctrica Argentina SA, <https://www.na-sa.com.ar/es/centrales-nucleares/embalse>

/14/- Visión general – IAEA, 2023. <https://www.iaea.org/es/el-oiea/vision-general>

/15/- About EPRI – EPRI, 2022. <https://www.epri.com/>

/16/- About Us – WANO, 2022. <https://www.wano.info/>

/17/- Seguridad - Nucleoeléctrica Argentina SA, <https://www.na-sa.com.ar/es/seguridad>

/18/- Manual de Gestión de la Seguridad de la Información - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2015. - <http://intranetnasa.central.nasa.central/system/files/2019-08/manual.pdf>

/19/- Argentina: Energy Country Profile, Ritchie, H. and Roser, M. 2022.
ourworldindata.org/energy/country/argentina

/20/- About IAEA, IAEA , 2023. <https://www.iaea.org/>

/21/- Informe Pacto Global 2022 - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2022. <https://www.na-sa.com.ar/es/pactoglobal>

/22/- Magenta Innovación Gerencial. González, Nana 2021.
[https://magentaig.com/analisis-foda-conoces-realmente-sus-beneficios\[1\]para-tu-empresa-o-marcas/](https://magentaig.com/analisis-foda-conoces-realmente-sus-beneficios[1]para-tu-empresa-o-marcas/)

/23/- Las 5 Fuerzas de Porter – Clave para el Éxito de la Empresa - Leiva, M. R. 2015.
<https://www.5fuerzasdeporter.com/>

/24/- Definición de encuesta - Andrés Muguirra, 2022
<https://www.questionpro.com/es/una-encuesta.html>

/25/- Focus groups - Andres Muguirra, 2022.
<https://www.questionpro.com/blog/es/focus-groups/>

/26/- Comunicación de eventos relevantes en reactores nucleares de potencia – Autoridad Regulatoria Nuclear, 2002. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/3-9-2_r1.pdf

/27/- La ARN informa sobre un nuevo límite de dosis equivalente cristalino para trabajadores ocupacionalmente expuestos – Autoridad Regulatoria Nuclear, 2016. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/la-arn-informa-sobre-un-nuevo-limite-de-dosis-equivalente-en-cristalino-para-trabajadores>

/28/- Board practices and financing for Latin American State-Owned Enterprises. - OECD, 2015. - <https://www.oecd.org/daf/ca/Board-Practices-Financing-Latin-American-SOEs.pdf>

/29/- Precio mayorista de la energía eléctrica – Ministerio de Minería y Energía, 2016. https://www.minem.gob.ar/servicios/archivos/6886/AS_14817236511.pdf

Bibliografía:

/30/- The Essential CANDU - Wm. J. Garland, 2016.

/31/- Central Nuclear Embalse (Relaciones Públicas) - Nucleoeléctrica Argentina SA, 1982.

/32/- Dirección de Marketing, Edición del Milenio. Prentice Hall. - Kotler P. - 2013.

/33/- Mercadotecnia: el mercado y sus estrategias. Gasca Sicco. - Lerma, K. - 2014.

10. Anexos

Anexo I

Políticas de mantenimiento:



Figura A1: Presentación de políticas de mantenimiento.

Fuente: Nucleoeléctrica Argentina SA..

Anexo II

Central CANDU vs otras centrales

El funcionamiento básico del diseño CANDU es similar al de otros reactores nucleares.

Las reacciones de fisión en el núcleo del reactor calientan agua a presión en un circuito primario de refrigeración. Un intercambiador de calor, también conocido como generador de vapor, transfiere el calor a un bucle de refrigeración secundario, que alimenta una turbina de vapor con un generador eléctrico acoplado (para un ciclo termodinámico Rankine típico). El vapor de

escape de las turbinas se enfría, se condensa y se devuelve como agua de alimentación al generador de vapor. Para el enfriamiento final se suele utilizar agua de refrigeración de una fuente cercana, en el caso de la CNE específicamente, se utiliza agua del lago Embalse de Río Tercero. Aunque todas las centrales CANDU hasta la fecha han utilizado refrigeración de ciclo abierto, los diseños CANDU modernos pueden utilizar torres de refrigeración en su lugar.

El diseño CANDU difiere de la mayoría de los demás diseños en los detalles del núcleo fisible y el circuito primario de refrigeración. El uranio natural es una mezcla de uranio-238 en su mayor parte, con pequeñas cantidades de uranio-235 (U-235) y trazas de otros isótopos. La fisión de estos elementos libera neutrones de alta energía, que pueden hacer que otros átomos de U-235 del combustible sufran también la fisión. Este proceso es mucho más eficaz cuando las energías de los neutrones son muy inferiores a las que liberan las reacciones de forma natural. La mayoría de los reactores utilizan algún tipo de moderador neutrónico para reducir la energía de los neutrones, o "termalizarlos", lo que hace que la reacción sea más eficaz. La energía que pierden los neutrones durante este proceso de moderación calienta el moderador, y éste debe ser enfriado.

La mayoría de los reactores comerciales utilizan agua liviana (H₂O) como moderador. El agua absorbe una parte de los neutrones, la suficiente para que no sea posible mantener la reacción en el uranio natural. El CANDU sustituye esta agua por agua pesada (D₂O). Los neutrones adicionales del agua pesada disminuyen su capacidad de absorber el exceso de neutrones, lo que se traduce en una mejor economía neutrónica. Esto permite a los reactores CANDU funcionar con uranio natural (no enriquecido), o con uranio mezclado con una amplia variedad de otros materiales, como plutonio y torio. Este era uno de los principales objetivos del diseño CANDU; al funcionar con uranio natural se elimina el costo del enriquecimiento.

Esto también supone una ventaja en términos de proliferación nuclear, ya que no hay necesidad de instalaciones de enriquecimiento.³¹

Anexo III

El proceso de la gestión de tareas consiste en³²:

1, Identificación

Los trabajadores de planta deben identificar desvíos o degradaciones que existan sobre los Sistemas, Estructuras y Componentes. Los mismos, a través de los supervisores, pueden reportar los Avisos de Falla. Cabe destacar que previo al reporte, si existen incertezas sobre la eventual deficiencia, la misma debe ser verificada por el Especialista de Turno o el Ingeniero Responsable del Sistema (IRS). Esta acción, es responsabilidad del reportante de que así suceda. Diariamente, en la Reunión de Enfoque Operativo, el Jefe Dto. Programación y Planificación debe presentar los Avisos de Falla que fueron reportados ante el Grupo Revisor (GR). Una vez aprobados por el GR, se da inicio al proceso de priorización, a partir de ese momento se considera que dicho Aviso de Falla pasa a ser una OT.

Los componentes que tengan OT's que impliquen una debilidad en el monitoreo de los operadores de Sala de Control Principal, pérdidas de fluidos, o cualquier otra deficiencia en la cual sea de utilidad tener información en campo de la misma, deben poseer una tarjeta identificadora asociada.

³¹ Referencia: /30/- The Essential CANDU - Wm. J. Garland, 2016.

³² Referencia: /04/- PG-1008 Gestión de tareas - Nucleoeléctrica Argentina SA, 2022.

La prioridad de cada OT se define en función del estado del componente y sistema asociado versus la consecuencia inmediata o potencial que implique la deficiencia. En función del contexto de Planta, dicha prioridad puede ser modificada.

El Grupo Revisor debe ratificar o rectificar la priorización propuesta inicialmente durante el reporte del Aviso de Falla. Las tareas que puedan ser ejecutadas durante la Operación Normal de Planta deben ser priorizadas de manera numérica, de 1 a 6. Aquellas que deban ejecutarse necesariamente con la Planta fuera de servicio deben ser clasificadas con una letra entre A y H.

Priorización con Planta en Operación Normal:

- Prioridad “1” – Ejecución Inmediata.
- Prioridad “2” – Se debe programar lo antes posible dentro del proceso de programación de la semana T-3.
- Prioridad “3” – Se debe programar en la mejor oportunidad posible dentro del proceso de programación de la semana T-7.
- Prioridad “4” – Se debe programar dentro de la ventana de trabajo apropiada en el ciclo de operación normal de la CNE.
- Prioridad 5 - Actividad que requiere ser programada dentro del proceso de Programación de 12 semanas. Puede requerir la puesta en seguridad del sistema o componente que se va a intervenir.
- Prioridad 6 - Actividad que no requiere ser programada dentro del proceso de programación de 12 semanas.

Priorización en Parada de Planta:

- Prioridad “A” – Parada de Planta: Esta Prioridad está asociada a la falla de componente o sistema que ocasionó la salida de servicio de la Planta.

- Prioridad “B” – Parada de Planta: Esta Prioridad está asociada a fallas de componentes o sistemas originados en el transcurso de una Parada de Planta, las cuales son convenientes ejecutarlas durante la misma.
- Prioridad “C” – Parada de Planta: Asociada a toda tarea detectada tanto en Operación Normal como durante una Parada de Planta, que deba ser ejecutada durante una Parada Programada.
- Prioridad “D” – Parada de Planta: Asociada a tareas de mantenimiento con alcance menor, que pueden ser realizadas con la habilidad propia del trabajador o grupo de trabajo. Requiere equipo en seguridad.
- Prioridad “E” – Parada de Planta: Asociada a tareas de mantenimiento con alcance menor, que pueden ser realizadas con la habilidad propia del trabajador o grupo de trabajo.
- Prioridad “F” - PNP (Parada No Programada) < 36hs: Asociada a toda tarea que deba ser ejecutada en una PNP menor a 36 hs.
- Prioridad “G” - PNP > 36hs: Asociada a toda tarea que deba ser ejecutada en una PNP mayor a 36 hs.

Tipo de Trabajo:

Correctivo (COR): Representa un nivel de deficiencia de un componente de la Planta que ha fallado o está significativamente degradado de tal manera que la falla es inminente (dentro de su ciclo de operación / intervalo de mantenimiento preventivo) y ya no se ajusta o no puede realizar su función de diseño. El mantenimiento correctivo tiene tres clasificaciones según lo definido en la Guía INPO AP-913:

- CC - Mantenimiento correctivo que se debe realizar en componentes críticos
- CN - Mantenimiento correctivo a realizar en componentes no críticos

- CL - Mantenimiento correctivo que se debe realizar en los componentes RTM o en componentes críticos y no críticos con una consecuencia muy baja si no se corrigen.

Electivo (ELE): Deficiencia real o potencial que no amenace la función de diseño del componente o los criterios de desempeño del mismo. El mantenimiento electivo tiene tres clasificaciones según lo definido en la Guía INPO AP-913:

- EC – Mantenimiento electivo que se debe realizar en componentes críticos;
- EN - Mantenimiento electivo que se debe realizar en componentes no críticos;
- EL - Mantenimiento electivo que se debe realizar en los componentes RTM o en componentes críticos y no críticos de una consecuencia muy baja si no se corrige.

Otro (OTR): Actividad que no refleja una deficiencia de la condición de los sistemas, estructuras o componentes (SEC). Son consideradas también dentro de esta calificación:

- Acciones proactivas para mejorar la performance del equipo;
- Actividad de reparación de componentes para reponer a stock;
- Trabajos menores referidos al proceso de monitoreo.

Las actividades de mantenimiento OTR tienen las siguientes clasificaciones:

- Actividad que se debe realizar como resultado de acciones correctivas, inspecciones;
- Actividad que se debe realizar en instalaciones, incluyendo limpieza, restauraciones menores, óxido, pintura, etc.;
- Actividad que se debe realizar para la renovación de equipos;
- Actividad que se debe realizar como actividad previa a una parada de Planta.

2, Planificación

La Planificación de las OT' consiste en la elaboración de los Paquetes de Trabajo.

Principales etapas de la confección del Paquete de Trabajo:

- Preparación del Paquete de Trabajo de acuerdo al nivel de detalle requerido.
- Identificación de Consumibles/Repuestos o Servicios necesarios.
- Desarrollo de las seguridades operativas
- Asistencias de Ingeniería.
- Gestión de Riesgos (Nuclear, Industrial, Ambiental, etc.)
- Inspección en campo para verificación.
- Definición de pruebas Post Mantenimiento necesarias.
- Incorporación de Experiencia Operativa (EXOP).
- Incorporación de Herramientas de desempeño Humano.
- Incorporación de información de detalle.

3. Programación y coordinación

La Programación de los trabajos se realiza según procedimiento donde se define el ciclo de programación de trabajos a 13 semanas (12+1), el cual está basado en INPO AP-928 (Work Management Process). Además, tiene como objetivo realizar un análisis crítico de los trabajos durante la semana posterior a la de su realización (T+1), con el fin de generar una base de datos de experiencias operativas. Los principales beneficios asociados a este proceso son:

- Operación segura de la Planta; reducción de riesgos relacionados con la seguridad nuclear, personal y radiológica.
- Agrupación eficaz de los trabajos para maximizar la disponibilidad de equipos.

Las etapas de la Programación del Ciclo de 13 semanas son:

- T-12: Envío de información a los sectores intervinientes.
- T-11: Identificación del Alcance.

- T-7: Congelamiento del Alcance.
- T-3: Congelamiento del Programa.
- T-1: Listo para ejecución.
- T0: Semana de ejecución. (Fase Ejecución)
- T+1: Análisis de desempeño del proceso. (Fase Cierre)

4. Ejecución

Durante esta semana, se debe llevar a cabo la ejecución de los trabajos incluidos en el Programa Semanal. Operaciones debe conceder las Seguridades correspondientes conforme a lo establecido en el programa. Las actividades deben ser autorizadas por el Jefe de Turno.

El Coordinador Semanal será el único punto de contacto para cualquier aspecto relacionado con la ejecución de las actividades. Diariamente se realiza una reunión multisectorial con los representantes de Operaciones, Mantenimientos y Sectores de apoyo monitoreando las actividades que fueron previstas en el programa semanal. Una vez concluidas las actividades por parte de los sectores ejecutantes, deben ser reportadas en el sistema de gestión de tareas, posteriormente el Control de Calidad (QC) debe informar lo actuado cuando corresponda. Por último, dichas OT's deben ser cerradas por el Jefe de Turno mediante la verificación integral de la Orden de Trabajo. En los casos de las Órdenes de Trabajo sobre componentes designados como SPV, deben ser verificadas por el IRS. Tal verificación puede realizarse antes o después de que el Jefe de Turno haya cerrado la OT.

5. Cierre del proceso

El objetivo de esta fase es el análisis de desempeño del proceso. El informe de la semana T+1 es elaborado por la División Programación diaria y presentado para ser analizado por los Jefes de Departamentos involucrados dentro del proceso de 13 semanas. Se deben analizar los

indicadores de desempeño y sus tendencias, de modo de establecer eventuales acciones correctivas a futuro. En base a las lecciones aprendidas se deben desarrollar acciones que eviten incurrir nuevamente en el desvío que las generó. Una vez presentado el Informe y acordadas las eventuales acciones correctivas, las mismas deben ser incluidas en el Programa de Acciones Correctivas de CNE (PAC).

Anexo IV

Breve resumen de los objetivos de los organismos internacionales involucrados en la actividad nuclear:

- WANO: World Association of Nuclear Operators

Une a todas las empresas y países del mundo que tienen una planta de energía nuclear comercial en funcionamiento para lograr los más altos estándares posibles de seguridad nuclear. Tiene como objetivo maximizar la seguridad y la fiabilidad de las centrales nucleares de todo el mundo trabajando juntos para evaluar, comparar y mejorar el rendimiento mediante el apoyo mutuo, el intercambio de información y la emulación de las mejores prácticas.

La organización existe únicamente para ayudar a sus miembros a lograr los más altos niveles de seguridad y confiabilidad operativa. Esto se logra a través de una serie de programas de gran prestigio, como revisiones por pares y acceso a soporte técnico y una biblioteca global de experiencia operativa.

WANO es una organización sin ánimo de lucro y no aboga por la industria nuclear ni en su nombre. Si bien WANO trabaja directamente con sus miembros, la organización no es un organismo regulador y no asesora a las empresas sobre temas como la selección inicial del diseño del reactor. Con la seguridad como único objetivo, WANO ayuda a los operadores a comunicarse de manera efectiva y compartir información abiertamente.

La experiencia muestra que muchos accidentes podrían haberse evitado si se hubieran aprendido las lecciones de incidentes anteriores. En última instancia, esto elevará el rendimiento de todos los operadores al de los mejores.³³

- EPRI: Electric Power Research Institute

Ofrece liderazgo de pensamiento objetivo e independiente y experiencia en la industria para ayudar al sector energético a identificar problemas, brechas tecnológicas y necesidades más amplias que pueden abordarse a través de programas de investigación y desarrollo efectivos y colaborativos. Es una organización independiente sin fines de lucro de investigación, desarrollo y despliegue de energía, con tres laboratorios especializados.³⁴

- IAEA: Organismo Internacional de Energía Atómica

Pertenece a las organizaciones internacionales conexas al Sistema de las Naciones Unidas (ONU) trabaja junto a sus Estados Miembros y diferentes asociados alrededor del mundo para impulsar el uso seguro y pacífico de las tecnologías nucleares. Es el principal foro mundial intergubernamental de cooperación científica y técnica en la esfera nuclear. Trabaja en favor de los usos pacíficos y tecnológica y físicamente seguros de la ciencia y la tecnología nucleares, contribuyendo así a la paz y la seguridad internacionales y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.³⁵

- COG: Candu Owners Group

Aprovecha la experiencia y las mejores prácticas en la industria y entre las plantas CANDU para que cada miembro y proveedor participante pueda aprovechar al máximo la experiencia operativa y las mejores prácticas compartidas. También conecta a los miembros del COG para compartir información oportuna, gestión del conocimiento y

³³ Referencia: /16/ - About Us – WANO, 2022. <https://www.wano.info/>

³⁴ Referencia: /15/ - About EPRI – EPRI, 2022. <https://www.epri.com/>

³⁵ Referencia: /14/ - Visión general – IAEA, 2023. <https://www.iaea.org/es/el-oiea/vision-general>

colaboración para la innovación operativa, de mantenimiento y renovación. La investigación y el desarrollo permite a los miembros del COG compartir los riesgos, los costos y los beneficios de los proyectos de I+D

Anexo V

Set de indicadores relacionados a la industria.

Los indicadores recomendados por el EPRI se detallan a continuación³⁶:

Indicador	Grupo	Indicador relacionado	Origen de datos	Frecuencia
1. Recuento y desglose de las órdenes de trabajo <i>“Work order count and breakdown”</i>	IProc		IFS	semanal
2. Horas-hombre por tipo de mantenimiento <i>“Person-hours by maintenance type”</i>	IProc		IFS (carga de datos al finalizar OTs)	semanal
3. Horas-persona dedicadas a la capacitación <i>“Person-hours expended in training”</i>	IProc	(ARN-19 de PG-013)	Peoplenet	semanal
4. Servicio contratado como porcentaje del coste de mantenimiento <i>“Contract service as a percentage of maintenance cost”</i>	IProc			
5. Horas-persona dedicadas al mantenimiento de los componentes y sistemas seleccionados <i>“Person-hours expended on maintaining selected components and systems”</i>	IProc		IFS	

³⁶ Referencia: /08/- Metrics for assessing maintenance effectiveness - EPRI, 2006.

6. Recuento y desglose de equipos <i>“Equipment count and breakdown”</i>	IProc		IFS	Única vez
7. Porcentaje de mantenimiento en línea sin interrupciones <i>“Percentage of non-outage on-line maintenance”</i>	IProc		IFS	Única vez
8. Índice del proceso de mantenimiento <i>“Maintenance process index”</i>	IProc		Propios	
1. Coste de mantenimiento en dólares/MWh <i>“Maintenance cost in dollars/MWhr”</i>	IPerf		IFS / contab	Anual
2. Horas-hombre de mantenimiento por millón de kilovatios-hora <i>“Maintenance man-hours input per million kilowatt-hours”</i>	IPerf		IFS	Anual???
3. Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento <i>“Number of plant trips attributable to maintenance”</i>	IPerf		OPEX	Semanal/anual
4. Reducciones de potencia atribuibles al mantenimiento (ARN-01 de PG-013) <i>“Number of power loss events attributable to maintenance”</i>	IPerf		OPEX	Semanal/anual
5. Número de LER atribuibles al mantenimiento <i>“Number of LERs attributable to maintenance”</i>	IPerf		OPEX	Semanal/anual
6. Número de infracciones reglamentarias atribuibles al mantenimiento <i>“Number of regulatory violations attributable to maintenance”</i>	IPerf	(ARN-21 de PG-013)	OPEX	Semanal/anual
7. Exposición del personal de mantenimiento <i>“Maintenance personnel exposure”</i>	IPerf	(ARN-09, 10 de PG-013)	Reg rad	Semanal/anual

8. Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento <i>“Lost time injuries attributable to maintenance”</i>	IPerf		Personal	Semanal/annual
9. Índice de rendimiento de mantenimiento, que es un compuesto de las ocho métricas anteriores <i>“Maintenance performance index, which is a composite of the eight metrics above”</i>	IPerf			
10. Índice de rendimiento humano <i>“Human performance index”</i>	IPerf			
1. Tiempo con llave en mano <i>“Wrench time”</i>	IProd		Estimado supervisores/jefe de taller	semanal / Única vez
2. Rotación de órdenes de trabajo por semana trabajada <i>“Work order turnover per craft week”</i>	IProd		IFS/pers	Sem/Mens
3. Relación entre planificador y trabajador <i>“Planner-to-craft ratio”</i>	IProd			Única vez
4. Órdenes de trabajo por semana del planificador <i>“Work orders per planner week”</i>	IProd			
5. Ratio personal-trabajo <i>“Staff-to-craft ratio”</i>	IProd			Única vez
6. Cantidad de retrabajos <i>“Rework count”</i>	IProd	(ARN-017 de PG-013)	Jefe de taller	Sem/Mens
7. Recuento de trabajos de emergencia <i>“Emergency work count”</i>	IProd		IFS	Sem/Mens
8. Atrasos y días de atraso <i>“Backlog and days overdue-backlog”</i>	IProd		IFS	Sem/Mens

9. Horas por cada 100 MW de capacidad instalada “Hours per 100 MW installed capacity” “Maintenance man-hours input per million kilowatt-hours”	IProd			Única vez
10. Cambios en el procedimiento “Procedure changes”	IProd		Jefe de taller	Sem/Mens
11. Índice de productividad “Productivity index”	IProd			

Tabla A5-a: Indicadores recomendados por EPRI.
Fuente: Autoría propia.

Por otra parte, WANO, propone una serie de indicadores a través de lo que se conoce como ePM³⁷:

- MA-1 Eventos relacionados con el personal de mantenimiento

Objetivo: Este indicador de desempeño relacionado con el área de mantenimiento utiliza eventos reportados por el Programa de Experiencia Operativa. Un equipo de Revisión por Pares de la planta normalmente revisa los mismos como parte de su preparación para una revisión por pares realizada por organismos externos.

Definición: El número de eventos significativos, clasificados como relevantes dignos de mención y de tendencia que se produjeron durante los cuatro trimestres (12 meses) más recientes etiquetados con PO&C MA.1 o MA.2. Este indicador se basa en la fecha del evento WER. Se reconoce que algunos sucesos se notificarán después del trimestre en que se produjeron, lo que afectará a los IP de los trimestres anteriores. Esto es inevitable hasta cierto punto y subraya la importancia de notificar los sucesos dentro de los requisitos de tiempo del Programa OE para minimizar el impacto del retraso en la notificación.

³⁷ Referencia: /09/- Enhanced Performance Monitoring Indicator Manual - 2022.

- MA-2 Retrabajo de mantenimiento

Propósito: La repetición de tareas de mantenimiento aumenta la indisponibilidad de los equipos, afecta a su fiabilidad y aumenta los recursos de mantenimiento necesarios. Los objetivos de la supervisión de las repeticiones son mejorar la seguridad de la planta y la fiabilidad de los equipos, e identificar las causas para que puedan ponerse en marcha acciones de mejora.

Definición: Número de veces que es necesario repetir el mantenimiento debido al fallo de un componente en el plazo de un año desde que se realizó el mantenimiento anterior. Las causas de la repetición del mantenimiento pueden ser la mano de obra, la calidad de las piezas, la calidad de los procedimientos, etc.

- MA-3 PM críticos en la 2ª mitad de gracia

Propósito: La finalización puntual de los MP en la 1ª mitad del período de gracia del 25% (o antes) es un indicador del rendimiento normal del programa de MP. La 1ª mitad del periodo de Gracia debe ser utilizada para permitir flexibilidad en la programación de las tareas PM para alinearse con los objetivos de la estación para minimizar el tiempo fuera de servicio de los componentes críticos. Muchos PMs programados en la 2da mitad de Grace pueden ser una indicación de que la estación está experimentando desafíos dentro del proceso de gestión del trabajo o tiene problemas con los recursos de mantenimiento o ingeniería. Esto puede dar lugar a un aumento de los aplazamientos de MP, problemas de ER y MP atrasados. Este indicador se centra en los MP críticos, ya que están estrechamente relacionados con la seguridad nuclear.

Definición: El número de tareas PM críticas en cada unidad que están programadas en la 2ª mitad de su período de gracia (entre la fecha del intervalo de rendimiento PM 112,5% y

125%). Cálculo El miembro comunica los datos trimestralmente. El indicador es una media móvil de cuatro trimestres (12 meses).

- MA-4 PM críticos aplazados

Propósito: Los aplazamientos de MP se consideran un indicador "principal" de la fiabilidad de la estación, ya que el retraso de las actividades de mantenimiento preventivo puede provocar un aumento de los fallos de los equipos. Este indicador mide la suma de MP críticos que han sido aplazados para exceder sus fechas de retraso con una justificación técnica de ingeniería aprobada.

Definición: Número de MP críticos aplazados durante el trimestre. Un MP aplazado es un MP cuya prórroga ha sido justificada técnicamente por ingeniería antes de su fecha "tardía" o "morosa" (es decir, al final del período de gracia, véase la figura a continuación). Se excluyen de este indicador los MP realizados mensualmente o con mayor frecuencia.

Los MP tardíos (vencidos o morosos) no se contabilizan en este indicador.

Los MP comunes deben consignarse en el número de cada unidad aplicable.

Los aplazamientos se contabilizan cuando se completan la justificación técnica de ingeniería y la aprobación.

- MA-5 Cartera de defectos de componentes críticos en línea

Propósito: La acumulación de defectos de componentes críticos pone a prueba la capacidad de las operaciones para operar con seguridad la planta, la confiabilidad de los equipos y los recursos de mantenimiento. Cuanto mayor sea la acumulación de defectos, mayor será el impacto en la operación segura de la unidad y en la confiabilidad de la unidad/equipo. Estos defectos se contabilizan como atrasos desde el día en que se identifican por primera vez hasta que se han corregido, ya que durante este tiempo contribuyen a los retos del operador y a los retos de ER.

Se reconoce que no todos los defectos pueden corregirse en línea (a potencia) y que los que requieren una parada permanecerán más tiempo en la lista. La expectativa es que los defectos pendientes en línea se gestionen a niveles bajos y que los defectos pendientes en las paradas se programen y trabajen en la primera oportunidad de parada.

Definición: Número de defectos de componentes críticos que requieren mantenimiento y que pueden realizarse con la unidad en línea (a potencia). Incluye los tipos de defectos críticos correctivos y críticos deficientes (o los tipos de defectos correctivos y electivos si este sistema de clasificación se sigue utilizando en la central).

- MA-6 Atraso de defectos de componentes críticos de averías

Propósito: Los atrasos de componentes críticos ponen en peligro el proceso de programación, la capacidad de las operaciones para operar la planta con seguridad, los recursos de mantenimiento y la fiabilidad de los equipos. Cuanto mayor sea la acumulación de defectos (defectos que aún no se han reparado), mayor será el impacto en el funcionamiento seguro de la unidad y en la fiabilidad de la unidad/equipo. Estos defectos se contabilizan como atrasos desde el día en que se identifican por primera vez hasta que se han corregido, ya que durante este tiempo contribuyen a los retos del operador y a los retos de la ER.

Se reconoce que no todos los defectos pueden corregirse en línea y que los que requieren una parada permanecerán más tiempo en la lista. La expectativa es que el retraso en línea se gestione a niveles bajos y que el retraso en las paradas se programe y trabaje en la primera oportunidad de parada. Por lo tanto, entre una parada y otra, es normal que aumente la acumulación de defectos y que disminuya tras la finalización de una parada.

Definición: Número de defectos de componentes críticos que requieren mantenimiento y que sólo pueden realizarse con la unidad en parada. Incluye los tipos de defectos críticos correctivos y críticos deficientes (o los tipos de defectos correctivos y electivos si se utiliza este sistema de clasificación en la estación).

Por último, se detalla en el cuadro siguiente los indicadores recomendados por el COG a través de su programa ERI (Equipment Reliability Index):

Area	ERI Sub-Indicator	ERI Sub-Indicators	Max. ERI Points	Sub-Indicators		Area
				Points	%	
Electrical Generation	1.1	Rolling Forced Loss Rate	8	4.42	55%	71%
	1.2	Unplanned Power Reductions per 7000 hrs Critical	6	5.58	93%	
Challenge to Operations	2.1	Unplanned S/D Clock Activation	4	3.89	97%	88%
	2.2	Operator Work Arouds	2	1.63	81%	
	2.3	Consequential Failure Events	8	6.84	86%	
System Health	3.1	Systems Important to Safety Unavailability	5	4.43	89%	93%
	3.2	Unmitigated SPVs	8	7.68	96%	
Maintenance	4.1	Equipment Rework Index	5	4.44	89%	88%
	4.2	Deficient Critical Work Backlog (On Line)	7	6.88	98%	
	4.3	Deferral of Critical PM's	8	6.08	76%	
	4.4	Critical PMs Open in 2nd Half of Grace	6	5.38	90%	
Work Management	5.1	Critical Work Week Scope Survival (avg 3 months)	8	7.58	95%	95%
Long Term Planning	6.1	Plant Health Committee Effectiveness	7	6.33	90%	90%
	6.2	Age of Red & Yellow Systems	10	9.00	90%	
Monitoring & Trending	7.1	Chemistry Effectiveness	4	3.40	85%	85%
AP-913 Configuration Mgmt	8.1	Preventive Maintenance Change Request Backlog	4	3.58	85%	85%

Tabla A5-b: Indicadores recomendados por COG.

Fuente: COG-ERI -2022.

Anexo VI

Lista de métricas y quien las usa/recomienda según el organismo.

Metric	WANO	IAEA	NRC	INPO	EPRI (1)	Sec. Ref. (2)	Data Source
Performance Metrics							
Total maintenance cost in dollars/MWhr					Yes	4.3.1	Maintenance cost & power generation
Maintenance man-hours input Hrs/million kWhr					Yes	4.3.2	Maintenance cost & power generation
Unplanned scrams per 7000 hrs	Yes		Yes		Yes	4.3.3	Plant trip data, limit to maintenance
Unplanned power changes	Yes		Yes (3)		Yes	4.3.4	Plant power production records, limit to maintenance
Unplanned safety system actuations			Yes		Yes	4.3.5	LER records, limit to maintenance
Maintenance-related LERs and violations					Yes	4.3.6	LER records, limit to maintenance
Lost person-hours due to injury	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	4.3.7	Plant safety records, limit to maintenance
Annual worker exposure	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	4.3.8	Plant safety records, limit to maintenance
System health report			Yes		Yes		CM calls and recurring failures
Process Metrics							
Component/system availability			Yes				System health reports
Work Order statistics and maintenance mix					Yes	4.4.1	MMS, PdM database, PM database
Personnel utilization by maintenance type					Yes	4.4.2	MMS
% time spent in training					Yes	4.4.3	Plant training records
Percentage of contracted maintenance					Yes	4.4.4	Plant administrative records
Person-hours by major systems and components					Yes	4.4.5	MMS
Component count (covered in maintenance programs and their breakdown)					Yes	4.4.6	MMS
Percentage of non-outage maintenance					Yes	4.4.7	MMS
Productivity Metrics							
Craft productivity					Yes	4.5.1, 4.5.4	MMS
Staff productivity					Yes	4.5.2, 4.5.3 4.5.5, 4.5.6	MMS
Rework, emergency work, backlog				Yes	Yes	4.5.7, 4.5.8 4.5.9	MMS
Man-hours input Hrs/100MW installed capacity					Yes	4.5.10	Maintenance cost & power generation
Procedure changes					Yes	4.5.11	Procedure control records
Overall maintenance performance index, human performance index, maintenance process index, and maintenance productivity index					Yes	4.3.8, 4.3.9, 4.4.8, 4.5.12	Computed values from the metrics

1. Refers to the proposed metrics set present in this report. Specifics of the indicator, data input, computations, assumptions, and monitoring period may vary.
2. Review the referenced section present in this report for specific use of each indicator by EPRI.
3. Unit capability loss factor is a similar indicator.

*Tabla A6: Indicadores y organismos que lo recomiendan.
Fuente: Metrics for assessing maintenance effectiveness - EPRI, 2006.*

Anexo VII

Formato de encuesta:

PROYECTO INTEGRADOR - INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Díaz, Gustavo.
Central Nuclear Embalse.

La presente encuesta tiene el objeto de recopilar información de referentes del sector de mantenimiento sobre sus opiniones y experiencias, para obtener una comprensión más profunda de la gestión por indicadores y las necesidades de cada sector. Se considera importante recalcar que la información será utilizada para la elaboración de un set inicial de indicadores y debe ser evaluada por personal tanto interno como externo a la planta.

1. Apellido y Nombre

2. Posición

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores?

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento?

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual?

Marca solo un óvalo.

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse?

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades demantenimiento realizadas?

Marca solo un óvalo.

Si

No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata.

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo?

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado?
¿Qué resultados han obtenido?

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador?

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores?

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer?

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente?

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista:

Selecciona todos los que correspondan.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Pérdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento
- Otro: _____

16. Comentarios o preguntas

Anexo VIII

Resultados de encuestas mandos altos:

Proyecto integrador - Indicadores de Mantenimiento

Díaz, Gustavo.
Central Nuclear Embalse.

La presente encuesta tiene el objeto de recopilar información de referentes del sector de mantenimiento sobre sus opiniones y experiencias, para obtener una comprensión más profunda de la gestión por indicadores y las necesidades de cada sector.

Se considera importante recalcar que la información será utilizada para la elaboración de un set inicial de indicadores y debe ser evaluada por personal tanto interno como externo a la planta.

1. Apellido y Nombre

Cantarelli, Juan Alberto

2. Posición

Gerente CNE

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores?

Considera que los indicadores por si solos no son de gran utilidad, sino que deben ser considerados como una herramienta para referenciar de la manera más adecuada el desempeño de la organización y así poder conducir a una más acertada toma de decisiones.

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento?

En lo que involucra al mantenimiento, los principales indicadores en uso son:
- Retrabajos: que significa una indisponibilidad de actuación de ciertos equipos y la utilización de mano de obra extra.
- Cumplimiento de correctivos - preventivos.

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual?

Marca solo un óvalo.

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse?

Desde una visión gerencial, considera que son efectivos pero tienen mucho margen de mejora.
Hay que continuar trabajando para convencerse que son efectivos en toda la organización.

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata.

Se utiliza un indicador de adherencia al programa que permite conocer la situación actual referido al mantenimiento.
También, para el seguimiento de las actividades se utiliza el software IFS.

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo?

La evolución de los indicadores ha sido positiva. Desde la gerencia se realizan 2 actividades principales de seguimiento:

- Reunión mensual CNE con las subgerencias
- Reuniones de seguimiento con la organización

Considera que mientras sea metódico y se haga con disciplina agrega valor.

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido?

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador?

Las variables o procesos importantes son aquellos que tienen un efecto directo sobre el desempeño de la instalación.

Estas están directamente relacionadas con el plan operativo (correspondiente al plan de negocios) alineados con los objetivos institucionales.

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores?

El proceso debería ser lo más simple y automatizado que sea posible; deberían ser generales y no depender de una persona.

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer?

El software que se utiliza es IFS. Permite hacer un seguimiento individual de las actividades con sus características hasta un análisis general de OT completas / incompletas (en curso)

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente?

Los resultados que se comunican son básicamente una serie de indicadores importantes como lo son:

- Retrabajos
 - Cumplimiento de preventivos
 - Cumplimiento de correctivos
- Aquí así considera que deben ser paridos

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista:

Selecciona todos los que correspondan.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Pérdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento
- Otro: _____

16. Comentarios o preguntas

Proyecto integrador - Indicadores de Mantenimiento

Díaz, Gustavo.
Central Nuclear Embalse.

La presente encuesta tiene el objeto de recopilar información de referentes del sector de mantenimiento sobre sus opiniones y experiencias, para obtener una comprensión más profunda de la gestión por indicadores y las necesidades de cada sector.

Se considera importante recalcar que la información será utilizada para la elaboración de un set inicial de indicadores y debe ser evaluada por personal tanto interno como externo a la planta.

1. Apellido y Nombre

Tubello, Claudio

2. Posición

Subgerente de Mantenimiento

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores?

Los indicadores son la base de análisis ya sea de mejora o corrección, son una forma de medir, ya que, si no puedo medir no puedo conocer donde estoy parado.

Considera que es muy importante definirlos para que sean realmente útiles.

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento?

Los indicadores base que se utilizan en la subgerencia son:

• Retrabajos: referido a la calidad del mantenimiento

• Cumplimiento del programa: referido a la eficiencia en el tiempo del trabajo (que se gestiona a través del workmanagement)

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual?

Marca solo un óvalo.

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse?

Los indicadores que se usan actualmente son buenos. Más que modificarse, deberían ser complementados con otros indicadores y un mejor análisis.

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata.

En lo referido a el sistema de seguimiento se utilizan dos medios:

- IFS: involucrado estrechamente al seguimiento de las actividades
- Workmanagement: orientado al cumplimiento del programa.

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo?

Considerando el último periodo como el último año, considera que la evolución de los indicadores ha sido neutra. No tuvo mejoras pero se mantuvo como venía.

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido?

Se han tomado medidas, principalmente referido a los procesos de:

- Observación de tareas en campo

- Incorporación de personal

- Cursos de capacitación

Resultados positivos. Sin embargo es un proceso lento y se avanza de a poco.

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador?

Una variable que considera importante y actualmente no hay buena respuesta es lo que tiene que ver con el número de asistencia / presentismo (todo lo fuera de programa).

También es importante aquellos que pueden sacar de servicio a la planta.

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores?

Considera que la base de datos debe ser unificada en toda la planta y que sea sustentable, el acceso debería ser simple y orientado.

Por otro lado, la fuente que los alimenta debería ser algo ágil y automático.

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer?

Los software de gestión de mantenimiento que se usan son:

• IFS: maneja la programación del trabajo

• SAP: gestiona los repuestos y compras

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente?

Actualmente en este punto se encuentra una deficiencia. No existe un programa de comunicación de los resultados (tampoco son publicados)

Si bien se conocen los indicadores, la comunicación depende directamente de los jefes de departamentos

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista:

Selecciona todos los que correspondan.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Pérdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento
- Otro: _____

16. Comentarios o preguntas

Proyecto integrador - Indicadores de Mantenimiento

Díaz, Gustavo.
Central Nuclear Embalse.

La presente encuesta tiene el objeto de recopilar información de referentes del sector de mantenimiento sobre sus opiniones y experiencias, para obtener una comprensión más profunda de la gestión por indicadores y las necesidades de cada sector.

Se considera importante recalcar que la información será utilizada para la elaboración de un set inicial de indicadores y debe ser evaluada por personal tanto interno como externo a la planta.

1. Apellido y Nombre

Cerutti, Carlos

2. Posición

Jefe de departamento - Manejo de Combustible

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores?

La mejora a través de indicadores está enfocada a lo que es el ciclo de gestión. Se necesita que los datos de las variables sean confiables para establecer o generar un indicador. Luego se necesita establecer un plan de acción y analizar periódicamente su cumplimiento.

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento?

El principal indicador que se utiliza en el departamento de manejo de combustible es el relacionado a retrabajos.

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual?

Marca solo un óvalo.

- Muy buena, no necesita mejoras.
 Buena, hay pocas cosas que mejorar.
 Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
 Mala, hay que mejorar muchas cosas.
 Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse?

No considera que actualmente sean muy efectivos, para el cumplimiento de objetivos de medida. Los indicadores se usan con un fin más operativo de día a día.

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata.

El sistema de seguimiento de las actividades de mantenimiento se realiza a través del sistema IFS.
Sin embargo, parcialmente no se completa el seguimiento de las mismas debido a la cantidad de OT abiertas.

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo?

Ha habido un cambio en la gestión hace mucho tiempo (10 años aprox) pero se ha mantenido en el último tiempo.

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido?

Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado pero considera que no han tenido resultados positivos (o por lo menos los esperados) debido a la dificultad de encontrarlos en el sistema y mantenerlos.

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador?

Las variables que considera importantes para hacer un seguimiento son:

- Recursos humanos (referido a las horas disponibles)
- Dosis de sus trabajadores (considerando que es uno de los sectores más expuestos)
- Correctivos / Preventivos

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores?

Debería consistir en un sistema (que si actualmente existe, desconoce) que recabe la información de manera automática y simple. Actualmente es muy complicado debido al volumen de información, que cuesta distinguir lo importante.

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer?

El software de gestión es el IFS.
Permite ver desde que se gestiona la OT, el seguimiento de la misma, hasta que se creea.
Está bastante bien, salvo por la cantidad de OT

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente?

En el sector, no se comunica mucho los resultados de los indicadores ni a los miembros del equipo ni a la subgerencia*. Actualmente no existe una estrategia de comunicación

* Mas alla de las reuniones gerenciales.

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista:

Selecciona todos los que correspondan.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Perdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento
- Otro: Horas disponibles reales vs horas disponibles teóricas

16. Comentarios o preguntas

Proyecto integrador - Indicadores de Mantenimiento

Díaz, Gustavo.
Central Nuclear Embalse.

La presente encuesta tiene el objeto de recopilar información de referentes del sector de mantenimiento sobre sus opiniones y experiencias, para obtener una comprensión más profunda de la gestión por indicadores y las necesidades de cada sector. Se considera importante recalcar que la información será utilizada para la elaboración de un set inicial de indicadores y debe ser evaluada por personal tanto interno como externo a la planta.

1. Apellido y Nombre

Sicard, Héctor Eduardo

2. Posición

Jefe de Departamento - Mantenimiento Eléctrico

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores?

Los indicadores permiten, a través de una evidencia objetiva conocer las debilidades y tomar acción sobre ellas. No hay que guiarse por percepciones; hay que, a partir de datos concretos, seguir tendencias y tener una trazabilidad.

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento?

Los principales indicadores que se usan actualmente en el sector son:

- Retrabajos
- OT pendientes relacionadas a sistemas de seguridad
- Backlog de OT
- OT pendiente de suministros

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual?

Marca solo un óvalo.

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse?

Considera que no ha logrado que las evidencias que manifiestan los resultados de los indicadores sean efectivos para la mejora en la gestión del sector. Se utiliza más como herramienta de consulta y no de cambio. No considera que tenga la granasía de utilización de los mismos.

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata.

El sistema de seguimiento se realiza a través de:

- IFS: referida a los ordenes de trabajo. Se puede ver el alcance y características de las OT
- e-web
- Programa de acciones correctivas.

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo?

La evolución ha sido positiva. Hay más datos acompañado con un mayor análisis, también hay más gente que le hace un seguimiento. Sin embargo, se encuentra actualmente que muchos no lo hacen parte de su trabajo.

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido?

Si se han tomado medidas. Se generaron procedimientos para el sector pero se perdió el foco y no se pudo implementar en la práctica, por lo que actualmente no se usa. Esto se debió a la cantidad de indicadores implementados, la repetición y la dificultad de conseguir la información.

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador?

No considera, o por el momento no se le ocurre, alguna variable que no le tenga un seguimiento y área que sea relevante.

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores?

El proceso de recolección y procesamiento de datos debería ser lo más automático posible para que se pueda sostener en el tiempo y alimentar a la mejora.
No debe depender de la voluntad.

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer?

Solo se utiliza IFS. No implemento ningún otro elemento de gestión, sin embargo hay impulsos de nuevas implementaciones.

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente?

La comunicación de indicadores con el equipo se realiza mediante la muestra de los resultados mensualmente en el taller y se analizan las variables. La comunicación con el subgerente se realiza solo cuando hay falta de recursos, errónea distribución de costos o situaciones referidas a backlog.

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista:

Selecciona todos los que correspondan.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Pérdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento
- Otro: _____

16. Comentarios o preguntas

Proyecto integrador - Indicadores de Mantenimiento

Díaz, Gustavo.
Central Nuclear Embalse.

La presente encuesta tiene el objeto de recopilar información de referentes del sector de mantenimiento sobre sus opiniones y experiencias, para obtener una comprensión más profunda de la gestión por indicadores y las necesidades de cada sector.

Se considera importante recalcar que la información será utilizada para la elaboración de un set inicial de indicadores y debe ser evaluada por personal tanto interno como externo a la planta.

1. Apellido y Nombre

De Paul, Lucas

2. Posición

Jefe de Departamento - Mantenimiento de Instrumentación y Control

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores?

Se puede resumir en una frase: "Lo que no se mide no se puede controlar".
No considera que deberían manejarse por percepciones o impresiones, se
necesitan valores objetivos para la mejora.

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento?

Los principales indicadores que se utilizan son aquellos obtenidos del
workmanagement (Por citar algunos: programación semanal, preventivos
vencidos, entre otros) y el de retrabajo, que es el único exclusivo del
sector.

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual?

Marca solo un óvalo.

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse?

Considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora pero que pueden mejorarse. Deberían desarrollar sus propios indicadores que le permita una mejor gestión en su departamento.
Es decir, no son suficientes

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata.

Para el seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento se utilizan los indicadores del work management y el software IFS.

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo?

Si ha existido una evolución positiva en los indicadores; al principio el work management era muy artesanal, quedaban en los backlog muchas tareas perdidas.
[Comparando desde 2008 a la actualidad], sin embargo no se han agregado nuevos indicadores en el último tiempo.

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido?

La respuesta ha sido contestada en el punto anterior

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador?

Lo que considera importante hacerle un seguimiento es lo relacionado a:
- Tiempo de entrenamiento / capacitación.
- Ausentismo (actualmente se le hace un seguimiento personal)
- Evaluación de desempeño
Aclara de que es importante que los procesos estén bien consolidados.

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores?

Debería ser lo más automática posible y simple. Cualquier indicador que necesite mucha energía para mantenerlo no se va a sostener en el tiempo.

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer?

El software de gestión de mantenimiento es el IFS, que permite hacer un seguimiento de las tareas pendientes, programación de tareas, entre otros.

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente?

No hay actualmente una comunicación o revisión de los resultados de los indicadores con el equipo, solo si hay un disparo de los mismos se comunica directamente. Cree que esto se debe a que no poseen indicadores propios del sector.

Después de parada se revisa en grupo alguna cuestión estadística de los trabajos.

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista:

Selecciona todos los que correspondan.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Pérdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento

Otro: ① Tiempo de entrenamiento / capacitación

② Grado de completitud de la actualización de las instrucciones de preventivo

16. Comentarios o preguntas

Proyecto integrador - Indicadores de Mantenimiento

Díaz, Gustavo.
Central Nuclear Embalse.

La presente encuesta tiene el objeto de recopilar información de referentes del sector de mantenimiento sobre sus opiniones y experiencias, para obtener una comprensión más profunda de la gestión por indicadores y las necesidades de cada sector.

Se considera importante recalcar que la información será utilizada para la elaboración de un set inicial de indicadores y debe ser evaluada por personal tanto interno como externo a la planta.

1. Apellido y Nombre

Torrens, Esteban

2. Posición

Jefe de División - Obra Civil

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores?

Debería ser una herramienta analizable que permita solucionar problemas que se van detectando

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento?

Actualmente, debido a la complejidad y naturaleza de los trabajos no se hace un profundo seguimiento de los indicadores. Cuesta mucho tomar la cuestión de los retrabajos y el workmanagement se usa muy poco. Se hace un seguimiento personal del ausentismo

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual?

Marca solo un óvalo.

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse?

Actualmente, no son muy efectivos por las características propias del sector. Pero considera muy importante tratar de definir mejor las variables o complementarse con mejor información para que sea más representativa en lo que ellos hacen.

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata.

La división de obra civil trabaja con:

① IFS: a partir de las OT ② OTP ③ RCI: Reporte de condición Inadecuada (a partir de recorridos gerenciales) ④ Acciones correctivas y ⑤ Pedidos informales.

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo?

La evolución de los indicadores ha sido positiva y ha tenido una mejora sustancial, principalmente desde la implementación del workmanagement. Un aspecto positivo fue la implementación de reuniones semanales.

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido?

Por el momento se está logrando implementar la formalidad con respuestas satisfactorias

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador?

Una de las variables que considera importante es la relacionada al tiempo de ejecución de las OT / OTP, para poder relacionarla a la efectividad

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores?

Debería ser automático y con acceso fácil a la información. No se puede depender de una persona para el mantenimiento del indicador.

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer?

Los software de gestión de mantenimiento que utilizan son:

- IFS: para el seguimiento de los OT
- e-web: para los RCI y acciones correctivas
- sistema de software de OIP
- SAP: para gestión de materiales

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente?

Antes se realizaba una comunicación en las reuniones pre-trabajo con el equipo. Actualmente, no se realizan. No hubo ocasión en la cual se tuvieron que presentar resultados al gerente.

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista:

Selecciona todos los que correspondan.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Pérdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento
- Otro: _____

16. Comentarios o preguntas

Como sector es bastante complicado implementar los indicadores actuales por características propias del sector, pero consideran que es importante implementarlo de alguna manera para tener un registro de las variables importantes que determine la eficiencia del sector.

Proyecto integrador - Indicadores de Mantenimiento

Diaz, Gustavo.
Central Nuclear Embalse.

La presente encuesta tiene el objeto de recopilar información de referentes del sector de mantenimiento sobre sus opiniones y experiencias, para obtener una comprensión más profunda de la gestión por indicadores y las necesidades de cada sector. Se considera importante recalcar que la información será utilizada para la elaboración de un set inicial de indicadores y debe ser evaluada por personal tanto interno como externo a la planta.

1. Apellido y Nombre

Ballester, Mauricio Raúl

2. Posición

Asistente de Mantenimiento Mecánico

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores?

Los indicadores son una herramienta que debería ayudar a mejorar el desempeño en toda la organización, desde la capacitación hasta la gestión de las actividades. Es la base de la mejora

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento?

Los principales indicadores que utilizan en el sector son:

• Retrabajos (considera que es el que más impacta)

• Indicadores del work management

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual?

Marca solo un óvalo.

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse?

Los indicadores actualmente en uso son buenos, principalmente lo es el costo. Son pocos los que miden la eficiencia en el departamento pero son útiles para el análisis.

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata.

Se dispone de:
IFS: para el seguimiento de las órdenes de trabajo
e-web

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo?

Esto contesta por tiempo aceptado en el sector

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido?

Nota que desde la digitalización los indicadores han tenido un gran avance, principalmente se debe a que hay más y mejor información. (Haciendo un análisis global)

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador?

Las variables que considera importante hacerle un seguimiento son:

- Respuesta del personal respecto a ausentismo y sus motivos

- Capacitación / competencias del personal

- Re calificación del personal

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores?

La recolección y procesamiento de datos ya está bastante centralizado y funciona correctamente a través del IFS. Hay que mejorar el proceso de carga de datos.

Solo los referidos a retrabajos no se gestiona por este software que lo carga cada taller.

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer?

Los software de gestión de mantenimiento que se usan son:
IFS: referido a OT (Hay que verificar la calidad de la información)
e-web: para seguir algunos indicadores

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente?

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista:

Selecciona todos los que correspondan.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Perdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento
- Otro: Preventivos sin repuestos

16. Comentarios o preguntas

Al tener poco tiempo en el sector considera que no tiene una información muy completa sobre indicadores

Anexo IX

Resultados de encuestas Mandos Intermedios:

Revisión: Proyecto Integrador - Indicadores de Mantenimiento

Encuestado

9 Lucas Natali

174:15

Tiempo para completar

1. Apellido y Nombre *

Puntuación / 0 pts

Natali lucas

2. Posición *

Puntuación / 0 pts

personal de plantel móvil

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores? *

Puntuación / 0 pts

Viendo los puntos débiles y consecuentemente donde se tiene que reforzar en materia de capacitación y entrenamiento del personal.

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento? *

Puntuación / 0 pts

Cantidad de retrabajos
PM incumplidas/diferidas RS
Correctivos incumplidos RS

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual? *

Puntuación / 0 pts

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse? *

Puntuación / 0 pts

si, son efectivos.

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas? *

Puntuación / 0 pts

- Sí
- No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata.

Puntuación / 0 pts

IFS

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo? * Puntua / 0 pts

si

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido? * Puntua / 0 pts

Si. se tomaron medidas como cursos internos, los resultados a primera vista fueron buenos, se evacuaron muchas dudas, se participó bastante desde la experiencia operativa de los participantes.

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador? * Puntua / 0 pts

Horas de trabajo del personal.

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores? * Puntua / 0 pts

Planillas digitales o manuales

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer? * Puntua / 0 pts

IFS, informar una anomalía, seguimiento, solicitar asistencia de otras áreas.

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente? *

Puntua / 0 pts

informes.

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista: *

Puntua / 0 pts

Seleccione como máximo 3 opciones.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Pérdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento
- Otro:

16. Comentarios o preguntas *

Puntua / 0 pts

ninguna.

Revisión: Proyecto Integrador - Indicadores de Mantenimiento

Encuestado

2 German Pineda

58:41

Tiempo para completar

1. Apellido y Nombre *

Puntuación / 0 pts

Pineda German

2. Posición *

Puntuación / 0 pts

Asistente de mantenimiento

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores? *

Puntuación / 0 pts

Estableciendo los indicadores adecuados que mejor representen la actividad y lo que se espera del sector, luego en base al seguimiento confeccionar un plan de acción para ir mejorando la performance individual y colectiva.

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento? *

Puntuación / 0 pts

Nosotros tenemos como indicador el porcentaje de retrabajo.

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual? *

Puntuación / 0 pts

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse? *

Puntuación / 0 pts

En cierto aspecto es efectivo, de todas maneras cada caso en particular se debe estudiar, ya que los retrabajos pueden ser debidos a múltiples causas. Sin embargo, éste índice puede no reflejar la total realidad del sector ya que en muchas oportunidades se logran evitar retrabajos dedicando previamente tiempo al análisis y estudio de la falla, estudiando los componentes en sí y el sistema en particular. Entonces mucho influye en este indicador el nivel de conocimiento de cada integrante del grupo, sin embargo, éste índice por si solo considero que no alcanza para gestionar el conocimiento, la capacidad de trabajo y las necesidades de capacitación y estudio individual.

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas? *

Puntuación / 0 pts

- Sí
- No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata. Puntua / 0 pts

Se tiene un sistema de seguimiento de los indicadores a nivel de Jefes de Departamento, el cual luego baja las expectativas de mejora a cada sector en particular.

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo? * Puntua / 0 pts

El índice de retrabajos se mantiene dentro o incluso por debajo de lo esperado, aunque, tal como mencioné anteriormente, creo personalmente que éste hecho se debe más a actividades que se realizan por fuera de lo erogado de análisis a niveles superiores.

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido? * Puntua / 0 pts

No dispongo de la información para contestar esta pregunta.

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador? * Puntua / 0 pts

Personalmente creo que debido al volumen y variedad de tareas de mantenimiento que realizamos, el poder de análisis de las fallas, junto a los conocimientos técnicos y de los procesos de cada individuo contribuye a fuertemente a que las tareas se lleven a cabo exitosamente.

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores? *

Puntua / 0 pts

Creo que el análisis lo deben realizar personas que conozcan internamente cada sector, las tareas y los sistemas de planta. Considero que no cualquier persona puede sugerir mejoras implementables, personas que desconocen las tareas y el funcionamiento de los sistemas no pueden aportar demasiado para mejorar.

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer? *

Puntua / 0 pts

No dispongo de la información para contestar esta pregunta.

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente? *

Puntua / 0 pts

A través de reuniones sin agenda definida.

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista: *

Puntuación / 0 pts

Seleccione como máximo 3 opciones.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Pérdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento
- Otro:

16. Comentarios o preguntas *

Puntuación / 0 pts

Personalmente sostengo que el conocimiento de las tareas, equipos y sistemas es la piedra fundamental para realizar un mantenimiento efectivo. Focalizaría las acciones a entrenamientos efectivos, tal como lo hace la gente de operaciones en el simulador de planta.

Revisión: Proyecto Integrador - Indicadores de Mantenimiento

Encuestado

4 Lucas Pruvost

56:55

Tiempo para completar

1. Apellido y Nombre *

Puntuación / 0 pts

Pruvost Lucas

2. Posición *

Puntuación / 0 pts

Jefe Sección Mantenimiento Eléctrico.

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores? *

Puntuación / 0 pts

Sirve para tener una referencia actualizada de cuan cerca o alejado se encuentra el sector de las meas y objetivos planteados por la organización o la industria. Conociendo esto se puede establecer acciones correctivas para mejorar el desempeño.

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento? *

Puntuación / 0 pts

Hoy los indicadores que se poseen son los relacionados a planificación/programación, más que nada en nuestro sector utiliza de estos los referidos al backlog de OTs y el grado de cumplimiento de las mismas. También se utilizan los indicadores de dosis del personal del sector.

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual? *

Puntuación / 0 pts

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse? *

Puntuación / 0 pts

Creo que deben modificarse para que sean más aplicables a la óptica de nuestro departamento, e incluso se deben crear nuevos indicadores aplicables 100% a mantenimiento.

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas? *

Puntuación / 0 pts

- Sí
- No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata.

Puntuación / 0 pts

No se proporciona ninguna respuesta.

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo? * Puntua / 0 pts

Si creo que ha sido positivo la evolución, pero se debe seguir trabajando.

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido? * Puntua / 0 pts

Se mejoraron los indicadores de planificación/programación cuando se comenzó a utilizar el software IFS.

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador? * Puntua / 0 pts

Creo que como mantenimiento se debería seguir: eventos causados o que se pueden atribuir a una falla de mantenimiento, causa de eventos (falla en desempeño humano, falla en uso y apego a procedimientos, falta de capacitación/entrenamiento, etc.), cumplimiento de OTs respecto a horas trabajadas, horas extras trabajadas respecto a horas normales trabajadas.

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores? * Puntua / 0 pts

Considero que El proceso de recolección y carga de datos debería ser lo más automática posible, para que pueda mantenerse en el tiempo.

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer? *
- Puntuación / 0 pts

En nuestro sector no contamos con un software para gestionar el departamento, solo contamos con los programas de gestión, IFS.

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente? *
- Puntuación / 0 pts

En nuestro sector se presenta en una cartelera el cumplimiento de los indicadores planificación/programación a mes vencido.

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista: *
- Puntuación / 0 pts

Seleccione como máximo 3 opciones.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Pérdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento

16. Comentarios o preguntas *

Puntuación / 0 pts

Sin comentarios.

Revisión: Proyecto Integrador - Indicadores de Mantenimiento

Encuestado

6 Martin Ramos

44:39

Tiempo para completar

1. Apellido y Nombre *

Puntuación / 0 pts

Ramos Martín

2. Posición *

Puntuación / 0 pts

Asistente Instrumentación y Control

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores? *

Puntuación / 0 pts

No he tenido experiencia ni he estado involucrado en temas de mejora basados en indicadores como para emitir una opinión fundamentada.

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento? *

Puntuación / 0 pts

No tengo conocimiento de los indicadores utilizados y no cuento con una forma directa de acceder a ellos.

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual? *

Puntuación / 0 pts

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse? *

Puntuación / 0 pts

Desconozco indicadores, no puedo dar opinión.

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas? *

Puntuación / 0 pts

- Sí
- No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata.

Puntuación / 0 pts

No se proporciona ninguna respuesta.

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo? *

Puntuación / 0 pts

Desconozco indicadores, no puedo dar opinión.

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido? *

Puntuación / 0 pts

Desconozco indicadores, no puedo dar opinión.

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador? *

Puntuación / 0 pts

Calidad de Planificación de PM's (Planificación de las OT)

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores? *

Puntuación / 0 pts

A través de IFS (ej: en caso de no haber información por default en IFS, agregar campos a la hora de reportar OT).

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer? *

Puntuación / 0 pts

SI, IFS. Permite gestionar tareas preventivas, correctivas, listado de componentes bajo mantenimiento y mantener base de datos a modo de experiencia operativa.

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente? *

Puntuación / 0 pts

Desconozco indicadores y su gestión, no puedo dar opinión.

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista: *

Puntuación / 0 pts

Seleccione como máximo 3 opciones.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Pérdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento
- Otro:

16. Comentarios o preguntas *

Puntuación / 0 pts

¿Cada cuánto se revisan los indicadores? Teniendo en cuenta si fueron suficientemente útiles y si se obtuvo información importante y aplicable para el estado actual del destinatario final para el cual se generaron esos indicadores.

Revisión: Proyecto Integrador - Indicadores de Mantenimiento

Encuestado

5 Gustavo Molina

93:22

Tiempo para completar

1. Apellido y Nombre *

Puntuación / 0 pts

Molina Gustavo

2. Posición *

Puntuación / 0 pts

Asistente Mantenimiento Instrumentación y Control

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores? *

Puntuación / 0 pts

Con una asignación eficiente y real del indicador, y con un seguimiento del mismo para detectar falencias y tomar acciones de mejora.

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento? *

Puntuación / 0 pts

Indicadores de Retrabajo

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual? *

Puntuación / 0 pts

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse? *

Puntuación / 0 pts

Deben enfocarse a que sean útiles, prácticos y aplicables.

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas? *

Puntuación / 0 pts

- Sí
- No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata. Puntua / 0 pts

Programación diaria e Historial IFS.

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo? * Puntua / 0 pts

Si, aportó mejoras.

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido? * Puntua / 0 pts

Ampliar paquetes de trabajo y reforzar reuniones pre y postrabajo.

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador? * Puntua / 0 pts

PM - Preventivos que posean plan de trabajo previo.

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores? * Puntua / 0 pts

Por análisis en planificación, a través de la jefatura del Sector, determinando si es un retrabajo.

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer? *

Puntuación / 0 pts

IFS. Gestión de OT's por prioridades.

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente? *

Puntuación / 0 pts

A través del Jefe de Departamento.

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista: *

Puntuación / 0 pts

Seleccione como máximo 3 opciones.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Pérdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento
- Otro:

16. Comentarios o preguntas *

Puntuación / 0 pts

N/A.

Revisión: Proyecto Integrador - Indicadores de Mantenimiento

Encuestado

8

Martin Macagno

150:41

Tiempo para completar

1. Apellido y Nombre *

Puntuación / 0 pts

Macagno Martín

2. Posición *

Puntuación / 0 pts

Asistente MM Mecánico

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores? *

Puntuación / 0 pts

Para mejorar la gestión a través de los indicadores, se trata de cumplir con todos los preventivos y correctivos RS, y minimizando los re trabajos.
Pero no se siguen el valor de los indicadores en la I web.

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento? *

Puntuación / 0 pts

Preventivo incumplidos RS
Correctivo incumplido RS
Retrabajos

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual? *

Puntuación / 0 pts

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse? *

Puntuación / 0 pts

los indicadores como tal son efectivos en cuanto indicar o medir un cumplimiento.
pero puede que el incumplimiento de por ejemplo preventivos se deba a falta de repuestos o insumos, disponibilidad de mano de obra para ejecutar los mantenimientos.

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas? *

Puntuación / 0 pts

- Sí
- No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata.

Puntuación / 0 pts

No se proporciona ninguna respuesta.

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo? *

Puntuación / 0 pts

No.

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido? *

Puntuación / 0 pts

No, que yo conozca

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador? *

Puntuación / 0 pts

Astado de solicitudes de pedido, que se encuentran es estado "No tratado" para repuestos que tienen un stock máximo y mínimo.

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores? *

Puntuación / 0 pts

se debería gestionar una indicador de OT terminadas no informadas, para mejorar la carga de datos por ejemplo de los re trabajos, ya que en algunos casos se repite una falla de un equipo que ya tiene una OT terminada sin informar

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer? *

Puntuación / 0 pts

sí, con IFS, permite hacerle los seguimientos a las OT generadas, planificarlas, programarlas informarlas, etc.

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente? *

Puntuación / 0 pts

A los miembros de mantenimiento no se comunican, el que los quiere ver puede entrar a la I web.
Al gerente no se como llegan, estimo que ATG los revisa e informa al gerente.

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista: *

Puntuación / 0 pts

Seleccione como máximo 3 opciones.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Pérdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento
- Otro:

16. Comentarios o preguntas *

Puntuación / 0 pts

La encuesta la realice en función de los indicadores de producción afectados a las OT de mant. mecánico, no a los que gestiona seguridad u otras gerencias. Considero que deberíamos revisar o estar al tanto de otros indicadores, como por ejemplo accidentes en nuestro sector. Considero necesario una capacitación del manejo de los indicadores en CNE.

Revisión: Proyecto Integrador - Indicadores de Mantenimiento

Encuestado

7

Ivan Ferreyra

110:57

Tiempo para completar

1. Apellido y Nombre *

Puntuación / 0 pts

Ivan Ferreyra

2. Posición *

Puntuación / 0 pts

Jefe división MM

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores? *

Puntuación / 0 pts

No se gestiona

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento? *

Puntuación / 0 pts

Correctivos Pendientes Relacionados con la Seguridad
Antigüedad de Correctivos Relacionados con la Seguridad
Preventivos Incumplidos Relacionados con la Seguridad
PRO-M 009 Retrabajos MM

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual? *

Puntuación / 0 pts

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse? *

Puntuación / 0 pts

No deben modificarse

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas? *

Puntuación / 0 pts

- Sí
- No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata. Puntuación / 0 pts

No se proporciona ninguna respuesta.

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo? * Puntuación / 0 pts

NO

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido? * Puntuación / 0 pts

NO

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador? * Puntuación / 0 pts

procesos de compra/ contrataciones
presentismo/ ausentismo del personal

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores? * Puntuación / 0 pts

Mejorar el informe de ~~ots~~ en el IFS

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer? * Puntuación / 0 pts

IFS

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente? *

Puntuación / 0 pts

No se comunica

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista: *

Puntuación / 0 pts

Seleccione como máximo 3 opciones.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Pérdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento
- Otro:

16. Comentarios o preguntas *

Puntuación / 0 pts

Sin comentarios

Revisión: Proyecto Integrador - Indicadores de Mantenimiento

Encuestado

10

Javier Bizzarri

169:10

Tiempo para completar

1. Apellido y Nombre *

Puntuación / 0 pts

Bizzarri Javier

2. Posición *

Puntuación / 0 pts

Asistente de Mantenimiento Mecánico

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores? *

Puntuación / 0 pts

Porque los indicadores permiten tener un diagnóstico del cumplimiento de objetivos establecidos o bien, alertar sobre tendencias indeseables de un parámetro medido.

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento? *

Puntuación / 0 pts

No son indicadores gestionados por el departamento. Están dentro del WM y para informe a ARN, pero miden parámetros de interés del mantenimiento. Mant correct repetidos (ARN) y Retrabajos MM (prod), Accidentes relac con la Seg. Ind.; Mant. correct pendientes; Mant prevent. pendientes; Mant prevent incumplidos RS; antig prev RS; Mant correct. pendientes; Antig correct RS

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual? *

Puntuación / 0 pts

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse? *

Puntuación / 0 pts

Deben replicarse en un set propio del dpto para ajustar ciertos parámetros medidos

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas? *

Puntuación / 0 pts

- Sí
- No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata.

Puntuación / 0 pts

No se proporciona ninguna respuesta.

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo? *

Puntuación / 0 pts

En general, no.

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido? *

Puntuación / 0 pts

Específicamente no.

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador? *

Puntuación / 0 pts

Tiempos muertos (horas reales en campo), H. extras por tipo de trabajo, Ausentismo

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores? *

Puntuación / 0 pts

Seguimiento por trabajo y reporte (con compromiso) en OT

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer? *

Puntuación / 0 pts

No.

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente? *

Puntuación / 0 pts

No se realiza

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista: *

Puntuación / 0 pts

Seleccione como máximo 3 opciones.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Pérdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento
- Otro:

16. Comentarios o preguntas *

Puntuación / 0 pts

En la lista anterior ~~elegiría~~ otros como importantes que no están. Como por ejemplo los de la respuesta 11

Revisión: Proyecto Integrador - Indicadores de Mantenimiento

Encuestado

3

Ezequiel Richardet

30:24

Tiempo para
completar

1. Apellido y Nombre *

Puntua / 0 pts

Richardet Ezequiel

2. Posición *

Puntua / 0 pts

Jefe División Mantenimiento I&C

3. ¿Cómo diría usted que se gestiona la mejora a través de indicadores? *

Puntua / 0 pts

Es una buena forma de medir y realizar un seguimiento de las tareas más importantes que se realizan en el departamento

4. ¿Cuáles son los principales indicadores que utilizan para medir la eficiencia del mantenimiento en su departamento? *

Puntua / 0 pts

Correctivos Pendientes Relacionados con la Seguridad
Antigüedad de Correctivos Relacionados con la Seguridad
Preventivos Incumplidos Relacionados con la Seguridad
Retrabajados

5. ¿Qué opina de la gestión por indicadores actual? *

Puntuación / 0 pts

- Muy buena, no necesita mejoras.
- Buena, hay pocas cosas que mejorar.
- Regular, se pueden mejorar algunas cosas.
- Mala, hay que mejorar muchas cosas.
- Muy mala, necesita mejoras urgentemente.

6. ¿Usted considera que son efectivos para lograr los objetivos de mejora o deben modificarse? *

Puntuación / 0 pts

Son efectivos, pero deberían tener un mejor seguimiento

7. ¿Tienen un sistema de seguimiento de la gestión de las actividades de mantenimiento realizadas? *

Puntuación / 0 pts

- Sí
- No

8. Si la respuesta anterior es afirmativa, comente levemente de que se trata.

Puntuación / 0 pts

El seguimiento se realiza tomando los datos de IFS y realizando un análisis "manual" de los datos relevados

9. ¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último periodo? * Puntua / 0 pts

Si, tomando como base finales del 2021 a la fecha, la evolución ha sido positiva

10. ¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores en el pasado? ¿Qué resultados han obtenido? * Puntua / 0 pts

Un mejor seguimiento diario y semanal de las tareas

11. ¿Qué variables o procesos considera importante hacerle un seguimiento y por lo tanto generar un indicador? * Puntua / 0 pts

Variables o procesos de sistemas de seguridad o relacionados a la seguridad, que permitan visualizar si se está deteriorando algún componente y poder actuar preventivamente y no correctivamente

12. ¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos para calcular los indicadores? * Puntua / 0 pts

Debería poder hacerse de alguna manera más automática y no depender de hacer consultas y análisis componente por componente (o sistema por sistema)

13. ¿Cuentan con un software de gestión de mantenimiento? En caso de contar con dicha herramienta: ¿Qué le permite hacer? * Puntua / 0 pts

no

14. ¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores a los miembros del equipo de mantenimiento y al gerente? *

Puntuación / 0 pts

Se realizan reuniones donde se muestran los indicadores

15. Seleccione 3 indicadores que considere más importantes de la siguiente lista: *

Puntuación / 0 pts

Seleccione como máximo 3 opciones.

- Eventos relacionados con el personal de mantenimiento
- PM críticos en la 2ª mitad de gracia
- PM críticos aplazados
- Atrasos en correctivos de componentes críticos en línea
- Atrasos en correctivos de componentes críticos de parada
- Lesiones con pérdida de tiempo atribuibles al mantenimiento
- Número de disparos de la planta atribuibles al mantenimiento
- Pérdida de horas hombre por lesiones
- Dosis anual de los trabajadores de mantenimiento
- Otro:


16. Comentarios o preguntas *

Puntuación / 0 pts

Espero que toda esta información sea útil para que se puedan generar y darle un adecuado seguimiento a los indicadores de mantenimiento

Anexo X

Formato de “Presentación Focus Group” mandos altos.



Indicadores de Mantenimiento
Proyecto Integrador UNC

Gustavo Díaz
Ingeniería Industrial

Argentina unida

NUCLEOELECTRICA ARGENTINA S.A.

Fundamentos

Encuesta sobre indicadores usados en los sectores de Mantenimiento de la CNE

¿Cómo se gestiona la mejora a través de los indicadores?

- “Una herramienta para referenciar la situación actual y conducir a una más acertada toma de decisiones”
- “Permite, con evidencias objetivas, conocer las debilidades y tomar acción sobre ellas”
- “Base de análisis de mejora o corrección”
- “Lo que no se mide no se puede controlar”
- “Enfocada al ciclo de gestión. Se deben definir, establecer un plan de acción y revisar periódicamente”

Fundamentos



Encuesta sobre indicadores usados en los sectores de Mantenimiento de la CNE

¿Cuáles son los principales indicadores que se usan en su departamento?

Work Managment

- Cumplimiento de correctivos-preventivos
- Cumplimiento del programa
- OT pendientes a la seguridad
- Backlog de OT
- OT pendiente de suministros
- Preventivos vencidos

- “Cuesta mucho hacer un seguimiento debido a la naturaleza del sector”

Retrabajos



Enfoque



Indicadores para Mantenimiento en la industria nuclear

Un **indicador** es una **expresión cualitativa o cuantitativa observable** del estado de un proceso, sistema, actividad o proyecto, **que permite describir** características, comportamientos o fenómenos de la realidad **a través de la evolución de una variable o el establecimiento de una relación entre variables**, la que, comparada con períodos anteriores, productos similares o una meta o compromiso, **permite evaluar el desempeño y su evolución en el tiempo**. La misma está representada como una cantidad estandarizada de una determinada magnitud que representa su comportamiento.

“Metrics for assessing maintenance effectiveness” EPRI-2006

Enfoque



Características de un buen Indicador

- **Útil para la toma de decisiones:** tiene un impacto claramente comprensible en los valores y objetivos que representa.
- **Bien definido:** la definición de PI no es ambigua e identifica claramente la cantidad siendo medido, incluyendo los datos y el procedimiento requerido para calcularlo; los datos no deben ser objeto de diferencias de interpretación.
- **Alineado:** Su magnitud y/o cambio de magnitud en el tiempo tiene una alta correlación con el atributo de valor que se está midiendo y/o cambios en el mismo.
- **Medible:** Se caracteriza consistentemente por un parámetro cuantitativo y verificable (en otras palabras, no es ni cualitativo ni subjetivo).

“Metrics for assessing maintenance effectiveness” EPRI-2006

Enfoque



Características de un buen Indicador

- **Estable** (no volátil): Su magnitud varía razonablemente de forma continua y no está sujeta a variaciones aleatorias locales sustanciales a corto plazo (para algunos indicadores, se pueden usar promedios para suavizar o estabilizar los datos).
- **Operacional**: La información para determinar el PI está disponible con un esfuerzo razonable; es fácil de calcular y usar.
- **Procesable**: Los resultados medidos pueden ser modificados por alguna acción tomada por administración.

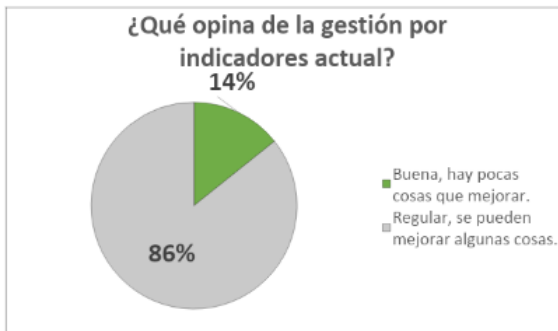
"Metrics for assessing maintenance effectiveness" EPRI-2006

Fundamentos



Encuesta sobre indicadores usados en los sectores de Mantenimiento de la CNE

¿Son efectivos los indicadores que utilizamos?



- "Efectivos, pero con mucho margen de mejora"
- "Son buenos, pero deberían complementarse y mejorar su análisis"
- "No considera muy efectivos. Utilización con fin operativo"
- "No han logrado que las evidencias que manifiestan sean efectivos para la mejora"
- "Herramienta de consulta"
- "No tienen la gimnasia de utilización"
- "Desarrollar propios del sector"

Fundamentos



Encuesta sobre indicadores usados en los sectores de Mantenimiento de la CNE

¿La evolución de los indicadores ha sido positiva en el último período?

- Considerando el último año: "Neutra"
- "Positiva"
- "Positiva; más datos con más análisis"
- Desde hace 10-15 años: "Positiva, debido al cambio en la gestión" – Referido al WM

¿Cómo considera que debería ser el proceso de recolección y procesamiento de datos?

- "Centralizado a través del IFS"
- "Base de datos unificada"
- "De acceso fácil"
- "Automático"
- "Simple"

Fundamentos



Encuesta sobre indicadores usados en los sectores de Mantenimiento de la CNE

¿Se han tomado medidas para mejorar los indicadores?

- “Desde la digitalización un gran avance. Más y mejor información”
- “Se tomaron medidas, pero es un proceso lento”
- “Se está logrando implementar la formalidad de implementación con respuestas positivas”
- “Se han tomado medidas, pero no con resultados positivos (o por lo menos esperados)”
- “Últimamente no se han tomado medidas”
- “Se generaron procedimientos, pero se perdió el foco y no se pudo implementar como se esperaba”

Fundamentos



Encuesta sobre indicadores usados en los sectores de Mantenimiento de la CNE

¿Qué variables o procesos son importantes para generarles un indicador?

- “Relacionadas al desempeño de la organización”
- “Tiempo de ejecución OT / OTP”
- “Asistencia / presentismo” y “Motivos” Actualmente mucho seguimiento personal
- “Correctivos / preventivos”
- “Lo que puede sacar de servicio a la planta”
- “No considera o por el momento no se le ocurre alguna variable que le haga seguimiento y considere importante”
- “Dosis de los trabajadores”
- “Tiempo de entrenamiento / capacitación / competencias / recalcificación”

Fundamentos



Encuesta sobre indicadores usados en los sectores de Mantenimiento de la CNE

¿Cuentan con un software para la gestión de mantenimiento?

Respuesta general: SI

Software de gestión utilizados por los departamentos:

- IFS: seguimiento de las actividades “Dificultad de seguimiento debido a la cantidad de OT abiertas”
- e-web: para RCI y Programa de Acciones Correctivas
- RCI
- Sistema de software de OTP
- SAP: gestión de repuestos y compras



* Si bien no es un software, se utiliza WM para seguir las actividades a través de: Indicador de adherencia al programa (Indicadores en general)

Fundamentos



Encuesta sobre indicadores usados en los sectores de Mantenimiento de la CNE

¿Cómo se comunican los resultados de los indicadores al equipo de mantenimiento y a la gerencia?

- “Revisión de los resultados mensual en el taller”
- “No hay una estrategia de comunicación”
- “No hay una comunicación o revisión de los indicadores”
- “Antes en reuniones pre-trabajo”
- “No se comunica”

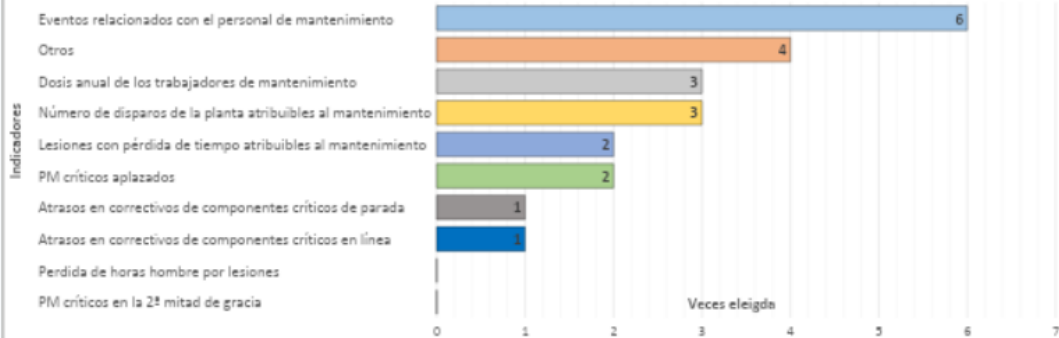


Fundamentos



Encuesta sobre indicadores usados en los sectores de Mantenimiento de la CNE

Selección de indicadores



Enfoque



Situación actual de Indicadores en CNE

1) Indicadores actualmente en uso

- Indicadores de WM
- Indicadores Gerenciales (PG-13)
 - ARN
 - Producción
 - Capital Humano

2) Referencias de indicadores

- Indicadores EPRI
- Indicadores de WANO
 - ERI: Indicadores de Salud de Sistemas - Ingeniería
 - ePM: a partir de abril '23 ePM

Referencia

EPRI - “Metrics for assessing maintenance effectiveness”

Metric	WANO	IAEA	NRC	INPO	EPRI (1)	Sec. Ref. (2)	Data Source
Performance Metrics							
Total maintenance cost in dollars/MWhr					Yes	4.3.1	Maintenance cost & power generation
Maintenance man-hours input Hrs/million kWhr					Yes	4.3.2	Maintenance cost & power generation
Unplanned scrams per 7000 hrs	Yes		Yes		Yes	4.3.3	Plant trip data, limit to maintenance
Unplanned power changes	Yes		Yes (3)		Yes	4.3.4	Plant power production records, limit to maintenance
Unplanned safety system actuations			Yes		Yes	4.3.5	LER records, limit to maintenance
Maintenance-related LERs and violations					Yes	4.3.6	LER records, limit to maintenance
Lost person-hours due to injury	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	4.3.7	Plant safety records, limit to maintenance
Annual worker exposure	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	4.3.8	Plant safety records, limit to maintenance
System health report			Yes		Yes		CM calls and recurring failures
Process Metrics							
Component/system availability			Yes				System health reports
Work Order statistics and maintenance mix					Yes	4.4.1	MMS, PdM database, PM database
Personnel utilization by maintenance type					Yes	4.4.2	MMS
% time spent in training					Yes	4.4.3	Plant training records
Percentage of contracted maintenance					Yes	4.4.4	Plant administrative records
Person-hours by major systems and components					Yes	4.4.5	MMS
Component count (covered in maintenance programs and their breakdown)					Yes	4.4.6	MMS
Percentage of non-outage maintenance					Yes	4.4.7	MMS
Productivity Metrics							
Craft productivity					Yes	4.5.1, 4.5.4	MMS
Staff productivity					Yes	4.5.2, 4.5.3	MMS
						4.5.5, 4.5.6	
Rework, emergency work, backlog				Yes	Yes	4.5.7, 4.5.8	MMS
						4.5.9	
Man-hours input Hrs/100MW installed capacity					Yes	4.5.10	Maintenance cost & power generation
Procedure changes					Yes	4.5.11	Procedure control records
Overall maintenance performance index, human performance index, maintenance process index, and maintenance productivity index					Yes	4.3.8, 4.3.9, 4.4.8, 4.5.12	Computed values from the metrics

Referencia

WANO ePM

Maintenance (MA)



Weight composition:



¡Gracias por su tiempo!

