



José Luis MENDIZÁBAL SUÁREZ es Ingeniero Industrial, especialidad Técnicas Energéticas, por la E.T.S.I.I. de Madrid. Trabaja en Tecnatom, S.A. desde 1972, habiendo gestionado durante varios años la Sección de Adiestramiento PWR y realizado trabajos de asistencia técnica en CC.NN., relativos a Manuales de Operación, Pruebas de puesta en marcha, etc. Ha participado como asesor de la O.I.E.A. en diversos países, y como jefe de Proyecto en diversas aplicaciones de la metodología S.A.T.: C.N. Almaraz, Paks NPP., C.N. Atucha I, etc. Actualmente es jefe de la División de Adiestramiento de Tecnatom, S.A.



Pedro MORÓN LIMÓN es Ingeniero Técnico Industrial por la E.I.T. de Madrid. Trabaja en Tecnatom desde el año 1975, ha estado desarrollando actividades de entrenamiento para el personal de operación con licencia de las centrales nucleares españolas PWR y extranjeras. Participó en dos proyectos Tacis para el centro de adiestramiento de Novovoronech (Rusia). En la actualidad es el responsable técnico de un proyecto PHARE para PAKS (Hungria).

DESARROLLO SISTEMÁTICO DE UN PLAN DE CAPACITACIÓN PARA PERSONAL DE MANTENIMIENTO

J. L. MENDIZÁBAL - P. MORÓN

INTRODUCCION

Después del accidente de TMI se produjo, fundamentalmente en el mundo occidental, una preocupación creciente por la mejora de la seguridad de las instalaciones nucleares enfatizando esa preocupación en el área de operación. Solucionado este problema en la mayoría de las instalaciones mediante el desarrollo de sistemas de capacitación adaptados al puesto de trabajo y específicos de aquéllas, se vuelve ahora la mirada a un nuevo hito en la búsqueda de una mejora continua de la explotación de las instalaciones generadoras de energía eléctrica. En este sentido se vislumbra actualmente como tema prioritario la mejora del mantenimiento.

Por un lado, se tiene claro que el mantenimiento es muy mejorable. Por otro se trata de un capítulo muy significativo, quizás el que más, dentro de los presupuestos de explotación de la planta. Está muy claro y, particularmente dentro de las políticas actuales de restricción de costes, que la tendencia lógica en el sentido por parte de las centrales será la mejora de su nivel de mantenimiento, junto a una optimización de su coste, vía enfoques mucho más agresivos que los actuales.

En otro orden de cosas, la rapidez con que aparecen en la actualidad nuevas

tecnologías y los equipos y herramientas asociadas, sumado a la orientación al día a día hace necesaria la adecuación de este personal para desarrollar su actividad.

De ahí el interés en buscar soluciones específicas, personalizadas y de fácil y fiable actualización.

Dentro del contexto del mantenimiento son muchos los temas de interés a considerar; en este artículo, no obstante, nos referiremos al adiestramiento y formación continuada del personal de mantenimiento soportado por un Centro Piloto de Mantenimiento.

Actualmente, la formación del personal de mantenimiento se basa en la realización de cursos impartidos por empresas especializadas en formación o incluso por fabricantes de equipos, pero en todos esos cursos se echa de menos un enfoque sistemático adecuado al puesto de trabajo específico de una instalación generadora de energía eléctrica determinada.

LA METODOLOGÍA S.A.T UNA SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE LA CAPACITACIÓN

La creciente preocupación de los responsables de las centrales generadoras de energía eléctrica respecto a la capacitación del personal técnico que realiza las funciones de explotación

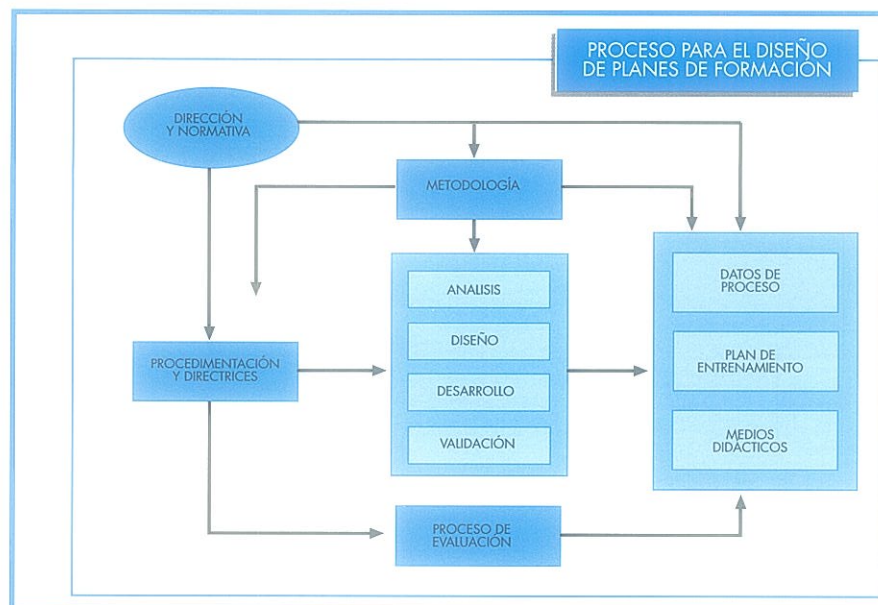
relacionadas con dichas instalaciones, así como la tendencia, tanto en Europa como en Estados Unidos, en el sentido de que ningún plan de capacitación puede considerarse como bueno si no va avalado por ser resultado de un proceso de aplicación de la metodología del S.A.T. (Systematic Approach to Training), nos ha llevado a considerar la conveniencia de analizar las posibilidades de tal desarrollo en el área de mantenimiento.

El objetivo final de este análisis es el de obtener, para el personal técnico que desarrolla sus funciones en esta área, un Plan de Capacitación adaptado al puesto de trabajo que asegure la competencia tecnológica (conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes), requerida por cada uno de ellos para realizar las tareas que tienen asignadas. De igual forma en el proceso de ejecución de la metodología se definen los medios didácticos requeridos para el correcto desarrollo del Plan de Capacitación y, las especificaciones de los mismos así como los entornos de entrenamiento requerido; por último se completa con la validación de los resultados del mismo; durante esta validación se comprueba la validez del proceso (objetivos, contenidos, secuencia, ...), de los procedimientos de gestión del proceso formativo, del material didáctico y de apoyo a la formación, de los instructores asignados (competencia tanto técnica como pedagógica), de la infraestructura disponible, ...

La metodología S.A.T. ha sido ya ampliamente experimentada en E.E.U.U., donde constituye un requisito de normativa en el área de las C.C.N.N., y en relación con todas las áreas de Explotación de las mismas. Los resultados finales y la aplicación de los mismos avalan la idoneidad del proceso.

En Europa Occidental todos los países que poseen una industria nuclear significativa han desarrollado aplicaciones similares a las de E.E.U.U., si bien con notables simplificaciones metodológicas; tan sólo en España a través de Tecnatom S.A. se ha realizado un proceso similar en alcance al de E.E.U.U.. Dicho proceso se ha visto refrendado, en cuanto a la correcta cumplimentación de objetivos, por tres visitas técnicas a lo largo de los años de realización del proceso por parte de INPO, organización que en E.E.U.U. desarrolló la metodología S.A.T y mantiene y controla la aplicación de la misma.

El OIEA. ha desarrollado a partir de la metodología anterior de INPO un documento similar, el TECDOC-525, "IAEA Guidebook on nuclear power plan personnel training and evaluation", que constituye una guía para el desa-



rollo de Planes de Capacitación. Este documento, que tiene el carácter de recomendación para los países occidentales, es mandatorio para los orientales a través de los proyectos PHARE y TACIS.

BASES DEL PROCESO METODOLÓGICO S.A.T

El proceso metodológico S.A.T establecido en los documentos enunciados en el apartado anterior, se basa fundamentalmente en el desarrollo de 3 (tres) actividades:

- Análisis sistemático de las tareas a ser ejecutadas en cada puesto de trabajo
- Diseño e implantación de la formación basado en los objetivos de aprendizaje
- Evaluación y revisión de la formación basados en el rendimiento del personal entrenado en el puesto de trabajo

Los resultados obtenidos de la aplicación del proceso son específicos de cada instalación y personalizados a cada puesto de trabajo.

Los resultados a obtener pueden ser muchos y variados dado que el proceso metodológico S.A.T es un proceso abierto que facilita no sólo establecer programas de formación, sino también controles relacionados con aspectos organizativos, procedimentales, socio-laborales, relacionales, ..., que faciliten una modificación tanto de la cultura organizativa como de adiestramiento.

METODOLOGÍA S.A.T DESARROLLADA POR TECNATOM

Tecnatom partiendo de la filosofía que emana de los documentos TSD y

TECDOC-525 del OIEA que establecen los principios básicos y generales de la metodología S.A.T, ha desarrollado bajo la denominación de "Diseño Optimizado de Planes de Entrenamiento" su propia metodología S.A.T, adaptada al entorno socio laboral en el que se desarrolla su actividad tanto formativa como de asistencia técnica a actividades de ingeniería.

En la figura 1 se desarrolla un flujo-grama de la estructura del proceso de "Diseño Optimizado de Planes de Entrenamiento" antes mencionado. En el mismo se establecen las interrelaciones entre los elementos fundamentales del proceso cuyo fin es el de obtener un Plan de Entrenamiento específico y adaptado al puesto de trabajo, así como los medios didácticos y de apoyo a la formación, requeridos para su correcta impartición.

Elemento resaltado del diagrama plasmado en la figura lo constituye la Dirección y Normativa. Tanto en el caso de que exista normativa formativa o no, dependiendo del tipo de instalación, es determinante la decisión de la dirección de la organización en cuanto a involucrarse en el desarrollo de este proyecto complejo en su realización y costoso en cuanto a economía, tiempo y recursos humanos.

El proceso metodológico desarrollado por Tecnatom responde a un esquema en el cual se establecen dos hitos "Proceso" y "Ejecución" y una serie de etapas o fases secuenciales, para el desarrollo de aquellos.

Para una mayor facilidad en la aplicación del proceso la etapa o fase de análisis se subdivide en tres: "análisis ocupacional", "análisis del trabajo" y "análisis de tareas". La secuencia de etapas o fases del proceso y los objetivos de cada una de ellas son:

Primera etapa Planificar proyecto

Definir el alcance del proyecto e identificar a las organizaciones que pueden colaborar en el mismo.

Segunda etapa Desarrollo del Proceso organizativo

Desarrollar la documentación necesaria para establecer la secuencia de realización del proyecto

Tercera etapa Crear la infraestructura requerida

Disponer de los recursos humanos requeridos con la capacitación idónea, así como de los recursos humanos específicos necesarios

Cuarta etapa Análisis Ocupacional

Identificación de la situación de partida del puesto de trabajo a analizar en relación con la organización y la formación

Quinta etapa Análisis del trabajo

Identificar las tareas para los puestos de trabajo seleccionados a fin de conformar los cuestionarios de valoración que serán sometidos a la consideración de los trabajadores en el puesto y jefes inmediatos

Sexta etapa Análisis de tareas

Analizar las tareas identificadas para los puestos de trabajo seleccionados a fin de conformar los cuestionarios de valoración que serán sometidos a la consideración de los trabajadores en el puesto y jefes inmediatos

Septima etapa Diseño

Definir los contenidos instructivos de la formación y los entornos de entrenamiento adecuados estructurándolos en un plan de entrenamiento sistemático y modular por puesto de trabajo

Octava etapa Desarrollo de material instructivo

Desarrollar el material correspondiente a cada entorno de entrenamiento identificado durante el proceso anterior (documentación en soporte papel - aula, simulador-, videos, multimedia, maquetas, ...)

Novena etapa

Mediante la impartición del plan de formación desarrollados se evalúa la validez de los objetivos del mismo, de sus contenidos y de la infraestructura tanto material como humana utilizada. Los resultados de la aplicación del proceso se indican en la Tabla I y se pueden subdividir en "directos" e "indirectos"; no obstante el hecho de que el proceso metodológico sea abierto en su desarrollo permitirá a cualquier profesional responsable de un área de explotación de una central generadora de energía eléctrica encontrar posibles soluciones a sus problemas específicos dentro de los resultados a obtener en la aplicación del proceso. Por último para la correcta realización del proceso metodológico propugnado en este apartado se requieren tres condiciones básicas:

- Expertos para la correcta ejecución de cada una de las 9 (nueve) etapas o fases identificadas
- Compromiso por parte de la gerencia de la organización tanto en el sentido de asumir el coste del proceso y transmitir a los responsables de

línea su confianza en los resultados a obtener a su aplicación, como el de facilitar un panel de técnicos

c) Disponer de una base de datos para: gestión, control y mantenimiento del proceso

Tecnatom ha desarrollado a la vista de estos requisitos una base de datos denominada GESFORM.

APLICACIONES METODOLÓGICAS S.A.T

Tecnatom S.A., a partir de la experiencia adquirida en el desarrollo de su propio proceso metodológico S.A.T., adaptado a la realidad de su entorno laboral, y en la aplicación del mismo al área de las C.C.N.N. (C.N. Almaraz, en España; Novovoronech, en Rusia; C.N. Atucha, en Argentina; Paks NPP, en Hungría), C.C.T.T. (experiencia piloto en la C.T. de Guardo) y empresas de servicios de ingeniería (la propia organización de Tecnatom), ha desarrollado diferentes adaptaciones metodológicas del proceso anterior con las denominaciones de COMPLETO, SIMPLIFICADO y CORRELACION. Cada una de ellas permite adaptarse a las necesidades y realidades de cada usuario, siendo evidente que la relación coste/beneficio y resultados directos e indirectos de cada uno de ellos son muy diferentes.

En la Tabla II se establecen esquemáticamente las diferencias esenciales entre las tres adaptaciones antes mencionadas.

Refiriéndonos específicamente a las dos primeras, las más aplicables a instalaciones generadoras de energía eléctrica en relación con los puestos técnicos relacionados con la explotación de las mismas, la diferencia fundamental que existe entre ambos, reside en el desarrollo de la Fase de "Análisis de Tareas".

En el proceso COMPLETO se obtienen los conocimientos, habilidades y actitudes (competencias tecnológicas) para cada tarea de cada puesto de trabajo por medio de "analistas del trabajo y tareas" que trabajan con los documentos ERT (Evaluación del Rendimiento en el Trabajo), realizados por tarea, para obtener aquellos conocimientos, habilidades y actitudes (competencias tecnológicas), a partir de los cuales se identifican los entornos y unidades de entrenamiento (objetivos didácticos y contenidos instructivos) requeridas para realizar la capacitación específica adaptada al puesto de trabajo.

En el proceso SIMPLIFICADO se elimina el paso previo de obtención de los conocimientos, habilidades y actitudes (competencias tecnológicas) para cada tarea de cada puesto de

TI - Resultados

DIRECTOS	INDIRECTOS
Por puesto de trabajo: - Listados de tareas valoradas - Desarrollo de las tareas en elementos secuenciales - Contenidos instructivos y objetivos didácticos por unidad de entrenamiento - Manuales de entrenamiento por entorno de entrenamiento - Guías de evaluación del rendimiento en el trabajo - Definición y diseño de los medios didácticos de apoyo - Bases de datos para el mantenimiento, control y gestión de la formación - Instructores capacitados	- Profesionales de la organización formados en técnicas de análisis del trabajo - Base para el desarrollo del manual funcional y/o de organización de la central, sección o área - Identificación de discrepancias formativas procedimentales y de organización de grupos de trabajo - Base para el desarrollo, mejora y actualización de los manuales de operación - Definición para la movilidad y/o polivalencia del personal - Unificación de criterios formativos para todas las centrales de la compañía

T II - Aplicaciones metodológicas SAT (Resumen)

PROCESO COMPLETO	PROCESO SIMPLIFICADO	PROCESO CORRELACIÓN
• Area o sección • Puesto de trabajo • Tareas • Desarrollo de tareas - elementos • Conocimientos y habilidades por tarea • Objetivos didácticos • Unidades de entrenamiento • Medios didácticos de apoyo	• Area o sección • Puesto de trabajo • Tareas • Selección de tareas para análisis (P.E.) • Desarrollo de tareas - elementos • Objetivos didácticos (P.E.) • Unidades de entrenamiento • Medios didácticos de apoyo	• Área o sección • Definición del puesto de trabajo • Actividades (macrotareas fundamentales) • Unidades instructivas • Alcance de unidades instructivas • Medios didácticos de apoyo
trabajo y se utiliza la experiencia de los expertos que participan en la "mesa redonda" para realizar el diseño de la capacitación requerida, directamente, a partir del estudio y análisis del contenido de cada uno de los apartados de los documentos E.R.T. (Evaluación del Rendimiento en el Trabajo) El que en el proceso SIMPLIFICADO se realicen al igual que en el COMPLETO los documentos E.R.T. (JPM en la terminología de INPO) (Evaluación del Rendimiento en el Trabajo), si bien con diferentes usos, permite reforzar una cultura de formación de tutoría, con la ventaja inherente de que esta forma de formación es la misma independientemente del tutor asignado. Esta simplificación reduce considerablemente los tiempos, esfuerzo y costes requeridos por la aplicación del proceso, sin perder eficacia en los resultados de aplicación del mismo; si bien hace más costoso y difícil el mantenimiento de los resultados y la gestión de los mismos para otros usos diferentes que los directamente relacionados con la impartición de la capacitación. El resultado final de este proceso será el de tener un Plan de Capacitación adaptado al puesto de trabajo, específico de cada instalación el cual permitirá mantener una formación actualizada y homogénea en la misma; establecer unas culturas de organización, capacitación y gestión homogéneas a nivel empresa; el reforzar las fortalezas existentes en la organización y obtener una mayor motivación y seguridad del personal técnico en sus capacidades, lo cual redundará en una mayor fiabilidad y seguridad en la operación de las instalaciones. De la experiencia adquirida en las diferentes aplicaciones del proceso metodológico S.A.T. antes mencionadas, podemos establecer unas bases paramétricas que pueden servir de referen-	cia a cada organización a fin de realizar la selección de qué opción adoptar: Completa, Simplificada o Correlación. Aunque el proceso ideal es el completo, no obstante y en relación con el área de mantenimiento, la experiencia adquirida permite recomendar la selección del proceso SIMPLIFICADO. EXPERIENCIA DE APLICACIÓN DEL PROCESO METODOLÓGICO S.A.T DE TECNATOM AL ÁREA DE MANTENIMIENTO MECÁNICO La Comunidad Europea concedió a comienzo de 1995 a Tecnatom, S.A. la realización del proyecto PHARE 4.1.1 "Proyecto "PILOT MAINTENANCE TRAINING CENTER" PARA LA CENTRAL NUCLEAR DE PAKS (HUNGRIA)". El Proyecto tiene un alcance regional y en él participan Hungría, Chequia y Eslovaquia. El Proyecto consiste en el diseño de un plan de capacitación para el personal de mantenimiento mecánico de la C.N. Paks en relación con el uso de un centro de mantenimiento constituido por componentes de centrales VVER decomisadas sin haber llegado a la puesta en marcha en Polonia y Alemania oriental. En el Proyecto participa Tecnatom como líder teniendo como socio comunitario a WESE y el Consorcio subcontratará a empresas de ingeniería locales y a técnicos de la Universidad de Budapest. El proyecto está íntimamente ligado con el "Strengthening training for operational safety at Paks NPP" (HMP) Proyecto de la IAEA con aportaciones de Hungría, España, Japón y EE.UU. En este último proyecto el objetivo es desarrollar un S.A.T para los puestos de trabajo de la central nuclear de Paks, excepción hecha de las 10 (diez) posiciones del área de	Mantenimiento Mecánico que han de ser objeto de aplicación metodológica en el "Pilot Maintenance Training Center Project". La base metodológica con la que se realiza ambos proyectos que están unidos en su desarrollo metodológico desde un principio, es la del documento TECDOC 525 del OIEA. En el caso del Proyecto "Pilot Maintenance Training Center" tras el análisis paramétrico de los datos de entrada al proyecto identificados en el apartado anterior Tecnatom ha propuesto la opción de desarrollo de proceso "Simplificado". El Proyecto tiene una duración de dos (2) años y Tecnatom y WESE actuarán como consultores además de aportar la documentación: metodológica, de soporte y de referencia requerida. Por último estimamos conveniente realizar una última consideración con referencia a la utilidad de los Centros Pilotos para Mantenimiento. Este tipo de organizaciones existen desde hace tiempo en el extranjero con distintos alcances y objetivos y se están potenciando en la actualidad. A título orientativo una organización que dispusiera de dicho centro podría cubrir los siguientes aspectos generales: • Cursos de formación especializados • Evaluación de repuestos, nuevos productos y tecnologías • Evaluación de problemáticas específicas/genéricas centrales • Desarrollo/puesta a punto de procedimientos/técnicas • Evaluación/seguimiento de fallos centrales españolas/extranjeras. - Experiencias operativas • Bases de datos centralizadas y herramientas software para mantenimiento predictivo • Prestación de servicios especializados (MOV's, check-valves, ECAD, etc.)