



**COMISION DE INTEGRACION ELECTRICA REGIONAL**

**SUBCOMITE INDUSTRIAL**

**COMITE NACIONAL URUGUAYO**

**COORDINADOR TECNICO NACIONAL**

**Ing. Daniel Slomovitz**

**TOMO N° 1**

**1989**

**MONTEVIDEO - URUGUAY**



SUBCOMITE INDUSTRIAL

Comité Nacional Uruguayo

Coordinador Técnico Nacional: Ing. Daniel Slomovitz

INDICE DEL INFORME NACIONAL:

1. Tema Especial I: SISTEMAS DE CALIDAD

Título del trabajo:

El control de calidad en las compras por convenio con fabricantes nacionales.

Autores: Ing. Daniel Slomovitz e Ing. Ernesto Kolberg

Empresa: U.T.E.

2. Tema Especial I: SISTEMAS DE CALIDAD

Título del trabajo:

Coordinación entre la gestión de compras y el control de calidad.

Autor: Ing. Ernesto Kolberg

Empresa: U.T.E.



SUBCOMITE INDUSTRIAL

Comité Nacional Uruguayo

Autores: Ing. Daniel Slomovitz e Ing. Ernesto Kolberg

Empresa: U.T.E.

Dirección Oficina: Paraguay 2385

Teléfonos : 29 77 10, 20 08 21

Telex : UTE UY 26627

Impreso : Montevideo, Uruguay, Mayo de 1989.

Título del trabajo: EL CONTROL DE CALIDAD EN LAS COMPRAS POR CONVENIO CON  
FABRICANTES NACIONALES.

Tema del trabajo: Tema Especial I

Síntesis del trabajo:

El propósito del presente trabajo es, en primera instancia, brindar una información somera sobre el sistema de compras por "convenio" que utiliza la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE) y fundamentalmente profundizar sobre las características y dificultades que presentan las tareas de inspección y control de calidad relacionadas con estas compras. Se pretende, en esencia, volcar la experiencia recogida durante varios años de ensayos en fábricas nacionales de conductores y transformadores, aportando algunas conclusiones y sugerencias.



## 1. INTRODUCCION

Desde hace varios años, la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE) viene concretando la compra de transformadores de distribución (baja y media tensión), así como de conductores de aluminio, mediante el sistema de "convenio" con los fabricantes nacionales de dichos productos.

El objeto de estos Convenios es comprometer a los fabricantes a suministrar a UTE y a ésta a adquirir en forma directa, en las condiciones contractuales que se establecen, las necesidades que se originen en materia de transformadores o de conductores. El plazo de vigencia de los convenios es de 3 ejercicios anuales, prorrogables automáticamente por lapsos iguales. En el caso de transformadores participan dos fábricas, mientras que en el de conductores lo hacen cinco. UTE establece una cantidad mínima de productos que se compromete a adquirir, de manera de asegurar a los fabricantes una producción mínima que justifique su participación.

Las órdenes son adjudicadas a los distintos fabricantes de acuerdo a proporciones establecidas en el contrato. Dichas proporciones están referidas a valores monetarios. Antes de comenzar cada ejercicio se elabora un programa de producción que podrá sufrir modificaciones según surjan nuevas necesidades o bien inconvenientes de fabricación.

El texto del convenio incluye capítulos referentes a fijación y ajuste de precios, condiciones de pago, desgravación de la importación de materias primas y materiales, régimen de entregas, garantías, incumplimientos, recisión, arbitraje, condiciones técnicas e inspecciones y ensayos. Respecto a este último punto, sobre el que nos extenderemos en este trabajo, corresponde señalar que la mayor parte de las inspecciones y ensayos se realizan en fábrica, bajo la supervisión de personal de la Subgerencia de Laboratorio y Control de Calidad de UTE. Existe un procedimiento establecido en los convenios, según el cual los fabricantes deben comunicar al Laboratorio de UTE, con 5 días de anticipación, la fecha en la que habrá una partida de material lista para ser ensayada y entregada. A partir de esa fecha los inspectores cuentan con 5 días de plazo para concurrir, de lo contrario el fabricante está autorizado a llevar a cabo los ensayos por su cuenta, sin el control correspondiente (este extremo no se ha suscitado en ninguna oportunidad). Luego de realizados los ensayos el fabricante debe producir, previo cálculo, una planilla con los resultados finales. Debe entregar la misma al Laboratorio de UTE, luego de lo cual y una vez entregado el material, está habilitado para comenzar el trámite de cobro.

Paralelamente en el Laboratorio se repiten algunos ensayos sobre el material previamente ensayado en fábrica, a los efectos de corroborar los resultados originalmente obtenidos. Una vez revisada la planilla entregada por el fabricante y cotejados los datos de los ensayos de verificación, se emite un informe que incluye todos los resultados así como las observaciones que se consideren del caso formular. Dicho informe es analizado finalmente por la oficina responsable de la adquisición del material. En caso de producirse el rechazo del material o bien la aplicación de una multa, el monto correspondiente se descuenta de los pagos de las siguientes partidas.

## 2. CONTROL DE CALIDAD DE TRANSFORMADORES

El Convenio establece que se realicen los ensayos, prácticamente de acuerdo a las normas internacionales (IEC). Estos ensayos están divididos en ensayos de Tipo, de Rutina y ensayos Especiales. Los ensayos de Tipo y Especiales se llevan a cabo cuando el fabricante entrega un nuevo modelo de transformador, en las

primeras partidas y en pocas unidades, usualmente en el Laboratorio de UTE o en Laboratorios oficiales.

Los ensayos de Rutina, por el contrario, se realizan en fábrica y comprenden el 100% de la partida. Si bien podría parecer que ensayos por muestreo con bajos porcentajes de muestras serían más convenientes, la experiencia ha mostrado que es posible ensayar toda la partida con costos relativamente reducidos y en tiempos apropiados. Esto es así debido al alto costo de cada transformador y a la reducida cantidad de tiempo que insumen los ensayos de rutina. De esta forma la empresa eléctrica no toma ningún riesgo derivado del muestreo.

Esta práctica no es de aplicación general. En la mayor parte de los materiales que se adquieren se ensaya sólo un pequeño porcentaje del total de la partida. Sin embargo los transformadores son máquinas de alto valor económico unitario, mientras que los ensayos de rutina se pueden realizar rápidamente, lo cual justifica la decisión tomada.

La experiencia de muchos años de ensayos ha mostrado que es imprescindible mantener un control sobre las instalaciones de ensayo del fabricante. Esto no es ocasionado por la falta de confianza que se pueda tener sobre el mismo, sino porque el principal objetivo de todo fabricante es la producción, quedando en un segundo plano las instalaciones de ensayo. Esto lleva a que se puedan cometer diversos errores, ya sea en la metodología de los ensayos o en la instrumentación de los mismos.

El primer paso en el control de los laboratorios de los fabricantes consiste en verificar los instrumentos de medida, exigiendo que posean certificados de contraste recientemente expedidos por un laboratorio oficial. A esto debería agregarse un control de los demás equipos que intervienen en el ensayo, tales como: variadores de tensión, llaves conmutadoras, cableado, etc. Si bien lo primero es relativamente simple, esto último es muy complicado y engorroso de realizar. Sin embargo, la mayor parte de los errores que se detectan se deben a este tipo de problemas y no a errores propios de los instrumentos de medida. Por este motivo no es posible descartar la revisión del equipamiento y conexión general del ensayo.

Un método alternativo de control sobre las instalaciones de ensayo del fabricante, consiste en retirar un pequeño número de transformadores de la partida y reensayarlos en el laboratorio del comprador. Dado que para este tipo de máquinas, las unidades están perfectamente individualizadas a través de su número, es posible comparar los valores resultantes de los distintos ensayos entre ambos laboratorios. Sólo cabe esperar pequeñas diferencias debidas a las incertidumbres de las mediciones. Toda diferencia sistemática de valor significativo será índice de problemas en la realización del ensayo.

A los efectos de ilustrar este planteo es interesante analizar algunos de los problemas encontrados. En ciertas partidas aparecieron discrepancias importantes en los valores de las pérdidas de potencia en el núcleo de hierro (pérdidas en vacío). Luego de una verificación exhaustiva hubo que descartar a los instrumentos de medida como la causa. Se acordó una inspección de laboratorios en la cual se verificó una gran diferencia en la forma de onda de la tensión. Esta presentaba una alta distorsión en las instalaciones del fabricante, debido a la alta impedancia interna de sus variadores de tensión. Si bien la norma IEC contempla este problema y ofrece fórmulas de corrección, éstas son válidas para pequeñas distorsiones y no funcionan correctamente cuando la distorsión armónica es alta. Llegar al punto en el cual se midió la distorsión de la onda de voltaje requirió mucho tiempo, debido a que los variadores de tensión mencionados y las instalaciones de alimentación eran las mismas que se venían usando durante varios años. Esto hizo que al comienzo de la investigación fueran descartadas como probable causa de error. No fue sino hasta que se descartaron todas las otras



causas posibles, que se decidió realizar dichas mediciones. En un análisis final de todo el problema se encontró la razón por la cual los variadores habían aumentado su impedancia. Por descuido un operario accionó una llave que incluía en serie un transformador auxiliar de muy pequeña potencia y alta impedancia, usado sólo muy raras veces en ensayos de transformadores rurales de hasta 10kVA.

Otro caso interesante se originó en discrepancias encontradas en el ensayo de tensión aplicada, entre las pruebas realizadas en el laboratorio del fabricante y en el de UTE. Si bien todos los transformadores pasaban la prueba en el laboratorio del fabricante, en la muestra ensayada en el otro falló un número significativo de unidades. En esta oportunidad, una revisión de rutina del instrumental utilizado no arrojó discrepancia alguna. Se realizaron inspecciones más profundas sin resultado. Finalmente se decidió comparar la medida de tensión por un sistema totalmente independiente. En este caso se encontraron errores de más del 15%. En una recapitulación de todo lo realizado se encontró la causa por la cual el defecto del sistema de medida de alta tensión no fue detectado al verificar el instrumental de medida. En esa oportunidad se verificó solamente el voltímetro de baja tensión en el supuesto que el divisor de alta tensión es un elemento sumamente estable y muy confiable. Este se trataba de un divisor resistivo. Desarmado el mismo se confirmó el defecto interno que se suponía. La rutina de revisión de los voltímetros de baja tensión es general. Esto es así porque dichos instrumentos son portátiles y fáciles de transportar a laboratorios de ensayo. En cambio, los divisores de alta tensión requieren movilizar equipamiento voluminoso en una operación que no está libre de riesgo de rotura.

Estos ejemplos muestran que no es nada simple asegurar la calidad de los ensayos en un laboratorio, menos aún si quien tiene que hacerlo es un inspector que no pertenece al mismo, que no está familiarizado con sus instalaciones e instrumentos y que en general dispone de muy poco tiempo para toda la tarea de inspección.

La política adoptada por nuestra empresa de reensayar un pequeño número de unidades de la partida comparando resultados, ha mostrado ser eficaz, tanto desde el punto de vista de asegurar la calidad de los ensayos como en el tiempo dedicado a los mismos. Las inspecciones en fábrica se realizan rápidamente, sin control de sus instalaciones de ensayo por parte del inspector, agilitando de esta manera la parte del trabajo más larga.

### 3. CONTROL DE CALIDAD DE CONDUCTORES

Los ensayos de conductores de aluminio que se adquieren a través del correspondiente Convenio, se realizan de acuerdo a lo establecido en las normas IEC 207, 208 y 209. Los planes de muestreo y los criterios de aceptación y rechazo se extraen de la norma IEC 410. Se trabaja con el Nivel de Inspección General II y planes de muestreo simple para control normal, habiéndose establecido un Nivel de Calidad Aceptable (AQL) del 2.5%. El muestreo se realiza en 2 etapas. Primero se extrae una muestra de bobinas de la partida y luego, de esas bobinas, se toma el número de alambres requerido para realizar los ensayos.

El fabricante entrega las bobinas numeradas en forma correlativa. Los inspectores de UTE, previamente notificados de la numeración de la partida que será presentada y mediante un simple programa de computación, determinan aleatoriamente los números de las bobinas que serán ensayadas. De esta forma la selección es totalmente objetiva y libera al inspector de sufrir eventuales presiones del fabricante por elegir bobinas de las que se esperan o sospechan malos resultados, o bien que se encuentran en lugares de difícil acceso dentro del depósito y que requieren un trabajoso manipuleo.

Una vez separadas las bobinas, se procede a extraer una muestra de cable de cada una de ellas. De esa muestra se eligen los alambres que se ensayarán. Se toman

longitudes suficientes como para realizar los ensayos en fábrica y repetirlos en el Laboratorio de UTE. Cada alambre es etiquetado en ambos extremos rotulándolo con el número de la bobina y el número del alambre. Luego cada alambre es cortado, quedando así dos muestras rotuladas de cada uno. Antes de comenzar los ensayos los alambres son enderezados preferentemente en forma manual. Si bien algunos fabricantes disponen de dispositivos para realizar esta tarea, se entiende que se corre el riesgo de afectar levemente los diámetros y por tanto su uso suele ser descartado. Normalmente la primera medida que se realiza es la del diámetro. Aun cuando parece la tarea más simple, es una de las que ha aparejado mayor cantidad de problemas. En efecto, han aparecido muchas discrepancias entre los diámetros medidos en fábrica y los que se determinan en el Laboratorio de UTE. Algunas de las razones son el incorrecto ajuste de cero en los micrómetros, un apriete excesivo de los vástagos de medición, el no uso de soportes para los micrómetros lo cual dificulta el posicionamiento del alambre entre los vástagos, ya que con una mano deben sostenerse tanto la muestra como el micrómetro, etc.

Otro punto que resultó ser muy importante es la curvatura remanente en los alambres a pesar de que hayan sido enderezados. Puesto que se suelen usar micrómetros de vástago cilíndrico de aproximadamente 5 mm de diámetro, cuando el alambre está curvado la medida es mayor a la real puesto que abarca el diámetro más la flecha de la curva. Una solución que ha demostrado ser efectiva es la utilización de micrómetros con vástagos más finos como es el caso de los micrómetros de cuchilla cuyas superficies de medición son rectángulos de 1 mm x 5 mm. Estos permiten realizar medidas precisas aun cuando el alambre no haya sido enderezado.

Si bien la medida del diámetro tiene importancia por sí misma puesto que las normas establecen tolerancias al respecto, existe una directa repercusión en la determinación de otras características para las que se requiere el valor de la sección, tales como la tensión de rotura y la resistividad. En este último caso, se han suscitado algunos problemas puesto que en ciertas partidas los valores de resistividad del aluminio puro rondan los límites establecidos por la norma. Es así que deben extremarse los esfuerzos por limitar los errores que se cometen no sólo en la propia medida de la resistencia sino también en la de la temperatura, longitud y diámetro de las muestras. De acuerdo a las recomendaciones de la IEC, en estos casos el diámetro se determina por pesada, conociendo la densidad del material. Este procedimiento brinda un diámetro promedio de la muestra, que si bien es útil para calcular la resistividad puede enmascarar zonas más finas o más gruesas del alambre. Por ello, para determinar si el diámetro está o no dentro de las tolerancias, sigue siendo necesario realizar varias medidas con un micrómetro adecuado.

Como ya se ha mencionado, la medida de resistividad del conductor presenta grandes problemas cuando debe realizarse en el laboratorio del fabricante. Esto es debido, además de otras causas ya citadas, a la alta dependencia que existe entre dicho valor y la temperatura del conductor (aprox.  $0.4\%/^{\circ}\text{C}$ ). Es difícil encontrar fabricantes que posean elementos de estabilización de temperatura tales como locales con temperatura controlada o baños de aceite a temperatura fija. Aun en dichos casos, la mayor parte de las veces la bobina que se ensayará se encuentra en un depósito de la fábrica a una temperatura distinta a la del laboratorio. Este tipo de bobinas posee una constante de tiempo térmica muy alta lo cual hace que mantenga una temperatura distinta a la ambiente durante muchas horas.

Otra dificultad se deriva de los propios calentamientos que sufre el conductor durante el proceso de medida. Muchos puentes de medición poseen baja resolución y para compensarlo es necesario utilizar altas densidades de corriente.

El problema que enfrenta el inspector es relativamente difícil, pues cuenta con poco tiempo y la repetición de ensayos en otro laboratorio tiene ciertos inconvenientes. La cantidad de muestras que hay que extraer y rotular es muy grande, las incertidumbres en varios de los ensayos de conductores son altas,

mientras que los parámetros están muy cerca de los límites admitidos.

La repetición de ensayos sobre un pequeño porcentaje de las muestras ensayadas en fábrica, ha demostrado ser un método útil. No obstante, una revisión cuidadosa del laboratorio del fabricante y la exigencia de que posea técnicas de ensayo apropiadas, son requisitos indispensables para el control de calidad de conductores eléctricos.

