

**INSTITUTO TECNOLÓGICO BUENOS AIRES**  
**ESCUELA DE POSGRADO**

**TESIS DE MAESTRÍA**

**APLICACIÓN DE MATRICES Y OTRAS HERRAMIENTAS  
DE LA CALIDAD PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE  
EVALUACIÓN Y TOMA DE DECISIONES**

Ingeniero Químico Nicolás Francisco Rona

Directores:

Ing. Ana María López

Dr. Isaac Marcos Cohen

1999

## INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES

Hemos leído cuidadosamente la presente tesis titulada “**Aplicación de matrices y otras herramientas de la Calidad para el desarrollo de sistemas de evaluación y toma de decisiones**” presentada por el Ingeniero Químico **Nicolás Francisco Rona**, en cumplimiento parcial de los requerimientos exigidos por el Título de **Magister en Calidad**.

La Tesis evalúa las posibilidades de aplicación de herramientas de la Calidad al desarrollo de procedimientos para la priorización de requisitos o necesidades, la evaluación de sistemas de gestión, la priorización de proyectos e indicadores de desempeño, con el objetivo de minimizar la subjetividad inherente a toda evaluación.

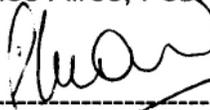
Las soluciones, resultados y conclusiones novedosas aportados por esta tesis son: **Las herramientas de la Calidad resultan de utilidad para discriminar la importancia o prioridad de requisitos con alto grado de aceptación y son aplicables cuando se requiere un nivel elevado de consenso y documentación**. Los resultados obtenidos permiten formular las siguientes conclusiones, en torno a los métodos estudiados:

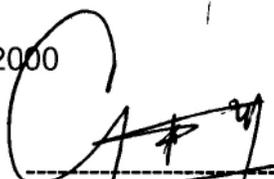
- a) **las matrices** son muy adecuadas para priorizar, pues tienen un fuerte poder de discriminación, aunque resulta trabajosa la definición de puntajes de evaluación cuando se aplica sobre listados largos de atributos.
- b) **el método de ponderación directa es** una alternativa válida cuando se tiene la oportunidad de apelar a la opinión directa de un conjunto de expertos por un corto tiempo.
- c) **el método Delphi es** muy apropiado para la valoración por un conjunto numeroso de expertos pero resulta poco eficaz para discriminar niveles de importancia o prioridad.

Es la conclusión unánime de este Jurado que la presente Tesis refleja un importante esfuerzo de aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

Por lo tanto, recomendamos al Instituto Tecnológico de Buenos Aires que la misma sea aceptada y en prueba de ello extendemos la presente certificación, la que deberá incluirse inmediatamente después de la primera página de Tesis, en los ejemplares a entregarse a nuestra biblioteca y destinados a ser consultados públicamente.

Buenos Aires, Febrero 15 de 2000

  
-----  
Ing. Patricia Marino  
Jurado

  
-----  
Ing. Carlos Greco  
Jurado

  
-----  
Dr. Manuel Aboy  
Jurado

**ESCUELA DE POSGRADO**  
**TESIS DE MAESTRÍA**

**APLICACIÓN DE MATRICES Y OTRAS HERRAMIENTAS DE LA  
CALIDAD PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE EVALUACIÓN  
Y TOMA DE DECISIONES**

Ing. Nicolás Francisco Rona

Directores:

Ing. Ana María López

Dr. Isaac Marcos Cohen

1999

## **DEDICATORIA**

A mi esposa, Cristina Olid, le agradezco su apoyo y comprensión en los últimos años, que me permitieron llegar al final de este camino.

A mis padres por inculcarme el amor por el conocimiento. A mi fallecido padre por agregar el espíritu de aventura al mismo.

## **RESUMEN**

Se evalúan críticamente las posibilidades de aplicación de Matrices de Priorización, de ponderación directa por expertos y del Método Delphi, al desarrollo de procedimientos para priorización de requisitos o necesidades, evaluación de sistemas de gestión, priorización de proyectos e indicadores de desempeño.

Con el objeto de validar la metodología propuesta, se efectuó su aplicación particular a los requisitos del sistema de gestión de la calidad de laboratorios de ensayos y calibración. En la parte final se analizó el último borrador de la norma ISO 17025. Los resultados obtenidos mediante Matrices de Priorización representan la valoración de los requisitos generales de la norma por un conjunto acotado de especialistas (los miembros del Comité de Calificación de Laboratorios de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina). La aplicación del método Delphi aportó un resultado basado en una primera compulsa a veintisiete especialistas en laboratorios de ensayos, gestión de la calidad o ambas disciplinas, incorporando también la valoración de usuarios de los servicios.

Los sistemas desarrollados resultan de utilidad para discriminar la importancia o prioridad de requisitos con alto grado de aceptación, como es el caso de los establecidos en normas de gestión de la calidad. Son aplicables cuando se requiere un alto grado de consenso y documentación.

Los resultados obtenidos permiten formular las siguientes conclusiones, en torno a los métodos estudiados:

Las matrices son muy adecuadas para priorizar, pues tienen un fuerte poder de discriminación. Por otra parte, la definición de puntajes de evaluación por este método resulta trabajosa, en especial cuando se aplica sobre listados largos de atributos.

El método de ponderación directa es una alternativa válida cuando se tiene la oportunidad de apelar a la opinión directa de un conjunto de expertos por un corto tiempo.

El método Delphi es muy apropiado para la valoración por un conjunto numeroso de expertos. Resulta poco eficaz para discriminar niveles de importancia o prioridad.

## **ABSTRACT**

The possibilities of application of prioritization matrixes, direct assignment of pondered factors by experts, and the Delphi method, are critically evaluated, with respect to the procedures of prioritization of requirements and needs, assessment of management systems, prioritization of projects, and indicators of performance.

In order to validate the proposed methodology, the specific application to the requirements of quality management for laboratories of testing and calibration was performed. In the final part, the last draft of ISO 17025 standard was analyzed. The results obtained by matrixes of prioritization represent the valuation of the general requirements of the standard by a restricted group of specialists (the members of the Qualification Committee of Laboratories belonging to the Argentine Atomic Energy Commission). The application of the Delphi method contributed a result based on a single collating to twenty-seven specialists in laboratories of testing, management of the quality, or both disciplines, incorporating as well the valuation of users of the services.

The developed systems prove to be useful to discriminate the importance or priority of requirements with high degree of acceptance, as it is the case of those established in quality management standards. They are applicable when a high degree of consensus and documentation is required.

The obtained results allow to formulate the following conclusions, in connection with the studied methods:

Matrixes are very adequate to prioritize, because they have a good power of discrimination. On the other hand, the definition of numeric results of evaluation by this method turns to be laborious, specially when it is applied on long listings of attributes.

The direct assignment of pondered factors is a valid alternative when the opportunity of appealing to the opinion of a group of experts, is only open for a short time.

The Delphi method is very appropriate for the valuation by a numerous group of experts. It results in a poor effectiveness for discrimination in levels of importance or priority.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Marcos Cohen, por el enorme esfuerzo y paciencia que desplegó desde que aceptó asumir sus responsabilidades de Director, incluyendo muchas horas de pensamiento libre y reflexión.

A Ana López, por la confianza que tuvo en mi proyecto a lo largo de toda su realización.

A los miembros del Comité de Calificación de Laboratorios (Tulio Palacios, Sara Resnizky, Marta Mazzini, Adriana Casa, Gladys Pucci) que me apoyaron y participaron activamente en aspectos fundamentales del trabajo..

A los veintisiete expertos que han respondido a mi consulta para el análisis por el método Delphi, por su pronta respuesta.

A mi hermano (Ernesto Rona) por conseguirme generosamente información muy útil para mi tesis.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>ESTADO DE LA CUESTIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>III.</b>	<b>HIPÓTESIS DE TRABAJO</b> .....	<b>27</b>
<b>IV.</b>	<b>SOLUCIÓN PROPUESTA</b> .....	<b>36</b>
<b>1</b>	<b>PRESENTACIÓN DEL CONTENIDO DEL CAPÍTULO</b> .....	<b>36</b>
<b>2</b>	<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>38</b>
2.1	METODOLOGÍA PARA LA PONDERACIÓN DE LOS ATRIBUTOS MEDIANTE MATRICES DE PRIORIZACIÓN ...	43
2.1.1	<i>Influencia de la cantidad de atributos a priorizar en el número de comparaciones que deberán efectuarse</i> .....	46
2.1.2	<i>Aplicación de un método analítico para la obtención de los puntajes finales de cada atributo</i> ... ..	49
2.2	MÉTODOS DE PONDERACIÓN DIRECTA DE LOS ATRIBUTOS Y PRORRATEO DEL PUNTAJE .....	53
2.2.1	<i>Ponderación directa por consenso grupal</i> .....	55
2.2.2	<i>Ponderación directa utilizando el método de Delphi</i> .....	57
<b>3</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS EXPERIENCIAS REALIZADAS</b> .....	<b>66</b>
3.1	APLICACIÓN DE MATRICES DE PRIORIZACIÓN .....	66
3.1.1	<i>Aplicación de Matrices de Priorización al Procedimiento del CoCaLab</i> .....	66
3.1.2	<i>A los Requisitos de la norma ISO 17025</i> .....	105
3.2	APLICACIÓN DE MÉTODOS DE PONDERACIÓN DIRECTA DE LOS ATRIBUTOS .....	118
3.2.1	<i>Método de Ponderación Directa por Consenso</i> .....	119
3.2.2	<i>Método de Delphi</i> .....	124
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>145</b>
<b>1</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>145</b>
1.1	DEL MÉTODO DE PRIORIZACIÓN POR MATRICES.....	145
1.1.1	<i>Sobre la elección de los Coeficientes de Cálculo en las Matrices</i> .....	147
1.1.2	<i>Sobre la asignación de puntajes a los requisitos específicos</i> .....	151
1.2	DE LOS MÉTODOS DE PONDERACIÓN DIRECTA.....	153
1.2.1	<i>Resultados Finales Delphi</i> .....	153
1.2.2	<i>Sobre los factores de peso relativos adoptados en los métodos de Ponderación directa</i> .....	156
1.3	RESULTADOS FINALES.....	157
<b>2</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>159</b>
2.1	CONCLUSIONES SOBRE LAS MATRICES DE PRIORIZACIÓN .....	159
2.1.1	<i>Sobre el ajuste analítico de los puntajes</i> .....	159
2.2	CONCLUSIONES SOBRE EL MÉTODOS DE PONDERACIÓN DIRECTA .....	160
2.3	CONCLUSIONES SOBRE EL MÉTODO DE DELPHI .....	160
2.4	SOBRE LA INFLUENCIA DEL TRABAJO DEL COORDINADOR .....	161
2.5	CONCLUSIONES FINALES.....	163
2.5.1	<i>Metodología recomendada</i> .....	165
<b>VI.</b>	<b>FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>167</b>

<b>VII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>168</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>172</b>
<b>ANEXO 1 TABLAS Y DATOS COMPLEMENTARIOS.....</b>	<b>172</b>
<b>1 Resultados de la Votación General Invertiendo el Orden de las Tablas desde la de Frecuencia Acumulada hasta la Final.....</b>	<b>172</b>
<b>2 Resultados Cambiando los Límites en la Tabla Final Para <math>z=0</math> y <math>z=1</math> .....</b>	<b>175</b>
2.1 CAMBIANDO LOS VALORES DE Z [ F(0)=-3 ; F(1)=3] .....	175
2.2 CAMBIANDO LOS VALORES DE Z [ F(0)=-5 ; F(1)=5] .....	176
<b>3 SEGMENTO DE EXPERTOS EN GESTIÓN.....</b>	<b>177</b>
<b>4 SEGMENTO DE EXPERTOS EN LABORATORIOS.....</b>	<b>182</b>
<b>ANEXO 2 MIEMBROS DEL COMITÉ DE CALIFICACIÓN DE LABORATORIOS DE CNEA (COCALAB) .....</b>	<b>187</b>
<b>ANEXO 3 LISTADO DE EXPERTOS CONSULTADOS EN LA ENCUESTA DELPHI.....</b>	<b>190</b>

## I. INTRODUCCIÓN

El autor del presente trabajo es actualmente el Jefe de la Unidad de Gestión de la Calidad del Centro Atómico Ezeiza Perteneciente a la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y miembro del Comité de Calificación de Laboratorios de esta Institución (CoCaLab).

El CoCaLab depende de la Gerencia General de CNEA por Disposición 649 / 96, tomando como base el homónimo que existió anteriormente, constituido entre las ex Gerencias de Investigación y Desarrollo y de Ciclo de Combustible. Es un equipo de trabajo multisectorial conformado por especialistas en calidad de laboratorios.

Sus funciones se refieren a la Gestión de Calidad de Laboratorios de Ensayos y Calibración y abarcan entre otras las referidas a la calificación interna de los laboratorios y las relacionadas con la acreditación de los mismos por tercera parte.

En el mes de Febrero de 1998, el CoCaLab analizó el borrador del Procedimiento de Evaluación de Laboratorios (CNEA, 1998) el cual tenía por objeto establecer una metodología para la evaluación del cumplimiento de los requisitos de la norma IRAM 301 (ISO-25).

Durante dicho análisis se detectó que el puntaje obtenido a través de dicho procedimiento, representaba el porcentaje de los requisitos evaluados que había dado un resultado satisfactorio.

El autor manifestó que existía la necesidad de desarrollar un sistema que resolviera en forma integral las siguientes necesidades:

- a) Establecer un listado priorizado de los proyectos de mejora aprobados.
- b) Tomar decisiones entre distintas alternativas presentadas.
- c) Evaluar la gestión de los laboratorios, obteniendo resultados que no sólo representaran en qué medida se satisfacía el modelo de la norma, sino también las prioridades de CNEA. Es decir que los resultados debían depender del grado de alineación con los requisitos y prioridades fijadas a nivel institucional.
- d) Por último, la necesidad de que los tres procesos anteriores dieran resultados numéricos que sirvieran como indicadores para el proceso de mejora continua o para realizar actividades de benchmarking internas y externas. Estos resultados debían ajustarse lo más posible a lo establecido para una “Unidad de Medida Ideal” (Juran, 1990).

Para ello parecía ser que las herramientas analizadas en el presente trabajo podrían, previa adaptación, ser útiles para obtener un sistema de calificación de muy buen nivel.

La posibilidad del uso de herramientas de tipo matricial se ha inspirado en una experiencia realizada por el autor, mientras cursaba la Carrera de Especialización en Gestión de la Calidad del Instituto Tecnológico Buenos Aires (ITBA).

Durante el desarrollo de la misma, tomó conocimiento y se familiarizó con una serie de herramientas de la calidad, en especial de tipo matricial, las cuales llamaron su atención por ser al mismo tiempo fáciles de comprender, permitir obtener resultados cuantitativos y ser manejables con planillas electrónicas. De ahí surgió la posibilidad de analizar posibles aplicaciones de las mismas, combinándolas con otras herramientas y conceptos que, desde su punto de vista, resultaban de muy alto interés para la Gestión de la Calidad.

En el presente trabajo de tesis se pretende analizar algunas aplicaciones específicas para herramientas de este tipo que son poco difundidas en nuestro medio, aplicadas a un tema de especial importancia y prioridad como lo es el desarrollo de procesos de acreditación de laboratorios de ensayos y calibraciones, abarcado por la norma IRAM 301 (IRAM, 1993) equivalente a la Norma Guía ISO/IEC 25 (ISO, 1982).

El objetivo es desarrollar procedimientos de trabajo alternativos a los más difundidos actualmente que permitan:

- Establecer prioridades, no sólo entre preocupaciones (Milano, 1993), causas de problemas (Imai, 1994) o proyectos alternativos, sino entre atributos o requisitos que aparentemente son difíciles o casi imposibles de diferenciar, en cuanto al orden de prelación que debe dárseles, en caso de trabajar con recursos limitados o en etapas.
- Asignar factores de peso a los atributos o requisitos que serán utilizados para evaluar proyectos o decisiones alternativos, de modo de poder disponer para cada uno de ellos de una calificación numérica.

Las herramientas analizadas en el presente trabajo y los métodos de trabajo propuestos están dirigidos a su utilización por parte de personal con alto nivel de especialización y/o con responsabilidad en empresas u organismos para tomar decisiones, cuando las mismas deben basarse en información difícilmente cuantificable, minimizando la influencia de los factores subjetivos y obteniendo resultados numéricos de fácil interpretación y reproducción.

La minimización de factores subjetivos en una toma de decisiones es crítica, no sólo para el acierto de las mismas, sino para brindar confianza a los que deben tomarla y ejecutarla en que se ha tomado la mejor decisión posible, así como permitir revisar periódicamente las valoraciones realizadas con el fin de adaptarlas a los cambios en el contexto y en las políticas institucionales.

Estas herramientas no sólo no se contraponen, sino se complementan con otras de amplia difusión como las basadas en el uso de las espinas de pescado, principio de Pareto, métodos de toma de decisiones (Milano, 1993), cuando el énfasis está en aprovechar la experiencia e idoneidad de un grupo de especialistas.

En cambio, podría sustituir a otros métodos como el llamado “Pareto Subjetivo” que se utiliza profusamente en empresas argentinas que aplican el Kaizen (Imai, 1994), cuando se quiere brindar mucho sustento o consenso a la decisión o a la priorización.

Tanto el método de las Matrices de Priorización como el método de Delphi son actualmente, de acuerdo a la experiencia del autor, de poca difusión en Argentina.

Sin embargo presentan usos potenciales de gran interés, tanto para desarrollar sistemas de evaluación con puntajes (como los de los premios nacionales a la calidad), como para brindar sustento a decisiones críticas para una organización.

El trabajo se ha dividido en dos partes, con un total de cuatro etapas:

#### **Primera Parte:**

El objetivo de la primera parte fue desarrollar las aplicaciones especiales de las matrices de priorización, aplicadas a la toma de decisiones estratégicas y operativas y a las evaluaciones, dentro del marco de las decisiones de una organización que desea desarrollar un modelo de gestión, como el establecido en los Premios Nacionales a la Calidad, Normas de Aseguramiento del tipo de las ISO 9000 o las AQS 9000.

En el caso desarrollado en el presente, se trabajó con la norma ISO 25, que define los requisitos de aseguramiento de la calidad de laboratorios de ensayos y calibraciones.

La idea de esta parte del trabajo era desarrollar la metodología, aplicándola al caso en cuestión, verificar los resultados de su aplicación y establecer fortalezas y áreas de mejora del método.

Durante esta parte del trabajo, se realizó el análisis de la Norma ISO 25, la elaboración de una primera versión del Procedimiento de Calificación de Laboratorios, la elaboración de las Matrices de Priorización para las Listas de Verificación del Procedimiento y la asignación de puntajes.

## **Segunda Parte:**

La segunda parte se dedicó a:

- Validar el método desarrollado en la primera parte.
- Desarrollar la aplicación de otras herramientas de tipo matricial.
- Aplicar las herramientas desarrolladas, al último borrador de la norma ISO 25, traducido en el “Esquema 2 de la IRAM 301” (Instituto Argentino de Normalización, 1999) que está actualmente en discusión.
- Analizar la posibilidad de complementar o sustituir entre sí las herramientas utilizadas.
- Establecer las conclusiones surgidas como resultado de la experiencia acumulada.
- Recomendar una metodología óptima de trabajo.

Para asegurar el éxito del trabajo, es necesario validar los métodos propuestos en un entorno de mucha exigencia; tal es el caso de la priorización entre requisitos establecidos en una norma de gestión sólida y madura como la adoptada para el trabajo.

Por otra parte, al recurrir el autor, para la realización de las experiencias correspondientes al trabajo, a profesionales de muy alto nivel de especialización en la gestión de la calidad y en laboratorios de ensayos y calibraciones, se dispuso de una realimentación importante de dichas personas, tanto en los aspectos relacionados en las herramientas como en el propio interés por conocer las tendencias futuras en la gestión de calidad de laboratorios de ensayos y calibraciones. Esta interacción contribuyó a validar los aspectos operativos de los métodos.

## II. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Algunos de los desafíos que presenta cualquier evaluación y toma de decisiones están asociados a la calidad del resultado obtenido, cuando el mismo se expresa cuantitativamente. Se requiere:

- La mayor reproducibilidad posible en el conjunto, de modo de tener confianza en que si se volviera a tomar la misma decisión o realizar la misma evaluación, se obtendrían resultados similares a los originales.
- La mayor reproducibilidad posible en el procedimiento, es decir que si otro grupo quisiera repetir la experiencia, pudiera hacerlo con la información disponible y llegar a resultados similares a los del grupo original.
- Que tenga la menor variabilidad posible. Se espera que los resultados de cada evaluador estén lo más cercanos posibles a la media del grupo.
- Que los resultados obtenidos sean lo más representativos posibles de la realidad que se está analizando, a la luz de la importancia o prioridad que tienen los factores evaluados.

Los problemas que se pueden presentar para el cumplimiento de esas pautas de calidad del resultado son debidos, en gran parte, a las componentes subjetivas del proceso de evaluación y de la toma de decisiones.

Estas son las connotaciones de evaluaciones de la naturaleza de las desarrolladas para los Premios Nacionales a la Calidad, como los del Sector Público (Secretaría Técnica del PNCSP, 1999) y Privado (Fundación PNCSP, 1999) de la República Argentina.

El autor del trabajo tuvo la posibilidad de participar como evaluador y evaluador principal en el Premio Argentino del Sector Público y pudo, en esos papeles, convivir con las fortalezas y áreas susceptibles de mejora del proceso de evaluación. Así, se observaban:

- **Problemas en la asignación de puntajes teóricos:** por ejemplo, el tema de la protección del medio ambiente había merecido puntajes muy bajos desde el principio. Se decía que tal situación no configuraba un problema, pues por la forma de analizar los resultados de la evaluación, los jueces nunca permitirían que una organización contaminadora ganara el premio. Sin embargo el modelo del Premio es fundamentalmente un modelo para la autoevaluación. Por lo tanto, una empresa contaminadora que se autoevaluara, podría llegar a la conclusión de que era una organización de excelencia si obtenía un puntaje superior a los 600 puntos.

Al ver un puntaje bajo en juego, la empresa podía llegar a la conclusión de que no valía la pena el esfuerzo de mejorar en una primera etapa ese aspecto, salvo que hubiera presiones externas (regulatorias o del mercado) que forzaran por ejemplo a cumplir normas del campo regulado (legales) o del campo voluntario (ISO 14001)<sup>1</sup>.

- **Problemas con los evaluadores:** teniendo en cuenta que el instrumento de medida de la evaluación es el evaluador mismo, una mala administración de este factor, conduce a una dispersión, muchas veces significativa, en los resultados. Una vez establecido claramente el modelo y los criterios para evaluar el cumplimiento del modelo, incluyendo la metodología para la asignación de los puntajes, se debe ser muy cuidadoso en el manejo de los evaluadores, sobre todo en los siguientes aspectos:

- ✓ **Selección de los evaluadores:** debe contarse con un conjunto de evaluadores que tenga idoneidad, entusiasmo, disciplinas complementarias del pensamiento y valores éticos compartidos. En esta tarea se pone mucho énfasis tanto en el Premio del Sector Público como en el Privado.
- ✓ **Capacitación y entrenamiento:** los evaluadores deben ser capacitados y entrenados en el uso del modelo para las evaluaciones. En el caso de los premios, puede ocurrir que se ponga el énfasis en la selección, exigiendo el pleno conocimiento del modelo utilizado, como requisito previo a la etapa de entrenamiento. Sin embargo, a juicio del autor esto presenta algunos problemas, como la posible eliminación de especialistas por falta de un conocimiento que puede ser subsanado fácil y rápidamente.

El modelo de evaluación debería ser ajustado permanentemente y no está mal repasarlo en forma ordenada con los evaluadores, para garantizar una comprensión compartida del estado actual y de los cambios realizados respecto a versiones anteriores.

- ✓ **Utilización de puntajes individuales, de consenso y de visita:** En los Premios se acostumbra a solicitar una evaluación individual, en la cual ningún evaluador sabe cuáles son los otros evaluadores, para garantizar que cada actuación individual se apoye en las propias percepciones, maximizando la cantidad de hallazgos, pero obteniendo puntajes dispersos. La segunda etapa, de consenso del grupo, permite constatar la validez de los hallazgos, convalidar los que son válidos y marcar los que deben validarse en la visita. En esta etapa, se debe consensuar un único resultado para todo el grupo, mediante un mecanismo de consenso (no de votaciones).

---

<sup>1</sup> La Secretaría del Premio Nacional a la Calidad del Sector Público ha iniciado un importante esfuerzo para mejorar el modelo y seguramente uno de los puntos en cuestión será la revisión minuciosa de los puntajes asignados a cada atributo evaluado.

A juicio del autor, el mecanismo de consenso garantiza que los evaluadores estén dispuestos a defender y fundamentar el resultado, pero como peligro presenta la posible influencia de factores como la intransigencia de algunos de los miembros del grupo, la susceptibilidad a las presiones de otros y la falta de tiempo del resto. En esas condiciones, puede surgir un puntaje que satisfaga a los evaluadores, pero no se ajuste a la realidad del caso analizado.

- **Actuación de los jueces:** sobre este mecanismo, utilizado en los premios para garantizar que el mecanismo en su conjunto funcione bien, se encontraba un razonable cumplimiento de los objetivos. A partir de la evaluación primaria, surgida de la reunión de consenso de los evaluadores, los jueces decidían pasar o no a etapa de visita en aquellas empresas que lo ameritaban. Posteriormente, definían los ganadores del premio sin las presiones que afectaban a los grupos evaluadores.

Aún con todos estos medios, cualquier sistema de evaluación tiene un fuerte componente subjetivo. Inevitablemente, el evaluador tendrá una impresión personal basada en lo que ve, predisponiéndolo bien o mal debido a sus propias percepciones sobre lo que es bueno o malo, lindo o feo, destacable o intrascendente.

Una de las preguntas que analiza el Comité Técnico 176 de la International Organization for Standardization, encargado de la redacción de las normas ISO de la serie 9000 del año 2000, en momentos de arribar a la etapa final de este trabajo, es si las personas que realizan inspección o evaluación de atributos subjetivos (como por ejemplo los ensayos sensoriales) deben ser tratados como equipos de ensayos (ISO, 1999). La respuesta más probable que oficialmente brinde este grupo, para redactar las nuevas normas ISO 9001 y 9004 del año 2000, es que las personas no pueden calibrarse y mantenerse como equipos, aunque se los utilice como instrumentos que miden.

Por ejemplo, podemos preguntarnos cuál será la reacción de un evaluador, si al visitar la empresa evaluada se encuentra con un bello parque con niños jugando bajo el sol y jóvenes y bellas maestras jardineras a su cargo. Supongamos al evaluador en una sala de reuniones con una buena vista del parque.

Ahora imaginemos su disposición si visita una empresa en un lugar cerrado y sin vista externa ni decoraciones. No es que vaya a discriminar conscientemente a una a favor de la otra. Simplemente puede ser que para un evaluador el parque sea algo muy valioso y, para otros, intrascendente.

Según qué sea lo que se evalúa, podemos ser más o menos estrictos con el análisis de las subjetividades.

A título de ejemplo, vamos a comparar algunos casos de evaluación, de la vida diaria, para ver cómo en algunos casos los componentes subjetivos son aceptables y hasta deseados, aún cuando en todos los casos existe un impacto económico, social o cultural importante de la actividad de evaluación:

Como ejemplo de casos muy subjetivos, se encuentran los concursos de belleza, como por caso el de la elección de Miss Universo.

La evaluación de la calidad de un cantor lírico, tiene fuertes componentes subjetivos y técnicos, los cuales deben ser balanceados: debe ser técnicamente bueno, pero también debe gustar.

En los Premios Nacionales a la calidad, tal cual se expresó, se trata de minimizar lo subjetivo, pero hay presencia de componentes que no son valorables en forma absoluta (por ejemplo el estilo de liderazgo participativo).

En la evaluación de laboratorios con vista a su posible acreditación, debe haber un muy fuerte contenido técnico y muy pocas subjetividades, pues el laboratorio debe certificar resultados y poder garantizar los mismos. Por ser los laboratorios organismos que certifican calidad, son sujeto de acreditación y no de certificación, lo cual indica la necesidad de aplicar criterios de evaluación más rigurosos.

Es por tales razones que se eligió para la presente tesis desarrollar el trabajo sobre el caso de la norma ISO 25. Esta es una situación donde la obtención de los mejores resultados posibles es mandatoria y ahí es donde más se justifica la utilización de herramientas estrictas.

Cabe destacar que en este trabajo se pretende utilizar herramientas para minimizar el efecto de las subjetividades en la evaluación, aun cuando en ningún caso se las puede eliminar.

Se desarrollarán aquí metodologías para acotar al máximo posible las valoraciones subjetivas en la etapa de formulación de los factores de peso de los atributos a evaluar o priorizar. Una buena formulación de los puntajes teóricos nos permite marcar lo importante, antes de evaluar algún caso en especial. Podemos discutir las valoraciones y ponernos de acuerdo con relación a los objetivos del modelo y no desde el del caso particular analizado o evaluado.

A partir del uso de estas herramientas los evaluadores se encontrarían en un ámbito más restringido para sus subjetividades, sobre todo porque, debido a su formulación, el modelo con factores de peso ya separa aquellas cosas relevantes de las que lo son menos.

De todos modos seguirían en pie las otras medidas relacionadas con la selección, capacitación, entrenamiento y conformación del grupo, así como el monitoreo de su desempeño y la auditoría de los resultados como complementos convenientes para su aseguramiento.

Por otra parte, normas como la ISO 25 o las 9000 no brindan pautas para ponderar la importancia de los factores (atributos), lo cual es considerado por el autor como un serio problema para las empresas a la hora de tomar decisiones, pues deben priorizar sus proyectos de mejora, sin tener indicios de una posición generalizada al respecto.

Una de las consecuencias de este vacío normativo, es que las empresas se ven sometidas a dos tipos de problemas con los auditores de certificación o acreditación:

- El criterio igualitario (llamémoslo Fundamentalista Democrático) aplica la misma rigurosidad a todos los atributos evaluados, cuando intuitivamente se distingue que no todo es lo mismo.
- El criterio de valoración personal del auditor podría derivar en lo que llamaremos Fundamentalismo Prescriptivo, si el encargado de la tarea concurre a las empresas a dictar cátedra en torno a sus propias opiniones sobre la importancia de la norma y trata de imponerlas a la empresa, en lugar de hacer uso de un juicio equilibrado.

Según la norma, todo debe cumplirse. En la vida real, es muy complicado implementar la totalidad de los requerimientos al mismo tiempo. ¿Por dónde comenzar en ese caso?

Partiendo de la premisa que ninguna empresa tiene recursos ilimitados para implementar la norma, sería conveniente que utilizara herramientas de priorización acordes a cada caso.

Hay muchos ejemplos de comparaciones entre distintos atributos que demuestran que el método “democrático” no sirve. En el presente trabajo abundan ejemplos que permiten verificar que, cuando se dispone de la herramienta, de los especialistas entrenados en su uso y del tiempo necesario, se pueden discriminar las importancias relativas que parecieran, a priori, no existir.

En el caso de un laboratorio en proceso de desarrollo, podría utilizarse para priorizar un proyecto de calidad una clasificación basada en:

- a) Requisitos mínimos para existir como laboratorio, que son los que hacen a la identidad del mismo, sus objetivos, su ámbito de trabajo y sus limitaciones.
- b) Requisitos para funcionar, o sea las pautas de funcionamiento técnico que deben cumplir sus procesos.
- c) Requisitos para calificar, que comprenden los aspectos que deben agregarse al funcionamiento básico, con el fin de asegurar la obtención de resultados confiables para sus clientes y poder someterse exitosamente a un proceso de acreditación.

Tal como se expresaba anteriormente, hay una serie de métodos y herramientas profusamente difundidas para la priorización y la toma de decisiones. A continuación se mencionan algunas de ellas:

- **Brainstorming:** es una herramienta utilizada para obtener gran cantidad de ideas en poco tiempo. Se pretende a través del mismo hacer uso de pensamiento desestructurado y creativo con el objeto de obtener gran cantidad de ideas, sin que ellas impliquen necesariamente gran calidad. Debe ser seguido por el uso de otras herramientas como la espina de pescado, diagrama de árbol, diagramas de afinidad (Tague, 1995; Brassard, 1996).

Esta técnica está basada en el concepto de juicio diferido. Las pautas de que se enuncian a continuación fueron extraídas del libro: *Desorganización Creativa - Organización Innovadora* (Kastika, 1994) y en el apunte que el autor y otros colaboradores elaboraron para el curso "Introducción a la Gestión de la Calidad"; dictado en forma conjunta por CNEA y la Universidad Nacional de La Plata (Rona et al., 1995).

El principio del juicio diferido consiste en proponer ideas sin analizar si son buenas, procedentes, oportunas y aplicables, postergando su evaluación para una etapa siguiente. Es difícil de aplicar, debido a que en general la gente tiene muy encarnado el tema de la racionalización y tiende a analizar sobre la marcha las ideas que se están proponiendo. Se suman también otras razones como el miedo al ridículo, inseguridades, tendencias a bloquear los intentos de otros, temor a decir algo que no es correcto, etc.

Ante todas estas dudas e inseguridades se necesita algún tipo de estructura que contrarreste de algún modo a nuestra estructura tradicional y analítica de pensamiento.

El Brainstorming, con un nombre, con una serie de recomendaciones, con numerosos libros en los que figura, con una historia, con una utilidad probada por muchas y variadas organizaciones, ha servido para legitimar al pensamiento divergente.

Decir: "Hagamos un Brainstorming" aparece como algo más serio y sólido que proponer: "A ver: que cada uno diga ideas libremente, aunque algunas no tengan ningún sentido, y todos las escuchamos; tal vez surja algo interesante".

Pero hay que tener en cuenta que con el Brainstorming aislado no se hace nada. Pensar en encontrar solución a un problema sólo por medio de la divergencia es tan poco útil como pretender resolverlo únicamente a partir del pensamiento convergente.

La noción de propiedad individual de las ideas no tiene ningún sentido en el Brainstorming. Todas las ideas son del grupo y no de alguien en particular.

En una sesión de brainstorming, los participantes son invitados a dar toda idea que pudiera estar relacionada con el tema a tratar.

Se deben respetar cuatro consignas:

- (1) **No criticar:** está totalmente prohibido juzgar las ideas durante el proceso. No sólo está prohibida la crítica sino también la autocrítica y la autocensura.

La no crítica no sólo significa suspensión de críticas negativas sino también de críticas positivas, no se pueden “aplaudir” ideas.

- (2) **Libre imaginación:** las ideas aparentemente fuera de contexto e inaplicables pueden generar asociaciones particularmente interesantes. Todo tipo de ideas deben ser permitidas y registradas.

- (3) **Cantidad, no calidad:** a mayor cantidad de ideas, la probabilidad de encontrar buenas ideas es mayor.

Aquí es necesario hacer una salvedad: que la calidad de las ideas no sea un factor a considerar no quiere decir que expresamente se produzcan ideas sin ningún tipo de sentido.

- (4) **Copiar, adaptar, combinar:** esto es lo que en inglés se denomina cross-fertilizing, que es algo así como servirse de las ideas del resto de los participantes del grupo para producir más ideas.

El Brainstorming puede presentar variados problemas. Algunos de los más frecuentes son los siguientes:

- ✓ **El grupo no incluye a todas las partes involucradas en el problema o tema analizado y a especialistas técnicos:** se parte a veces de la falsa premisa de que para poder ser creativo no hay que tener conocimientos del problema, pues esto condiciona a los participantes a utilizar ideas no creativas y que sólo importa la cantidad de ideas que se propongan. Tal premisa tendría que ser absolutamente rechazada, pues el propósito debe ser conformar un grupo que proponga muchas ideas buenas y no una enorme cantidad de ideas descartables.

Imaginemos como caso extremo, obviamente absurdo, a un grupo de personas sin conocimientos de medicina haciendo un brainstorming sobre posibles investigaciones alternativas para el tratamiento de una variedad de cáncer. Si este fuera el objetivo, el grupo debería incluir a médicos especialistas, pero podría incorporar también a pacientes de dicha enfermedad, así como a personal de apoyo que conociera las dificultades de implementar distintos tipos de tratamientos en el medio hospitalario local.

Mientras que el problema de falta de creatividad se puede resolver mediante el uso de técnicas de desestructuración, no hay forma de resolver el problema de la ausencia de idoneidad y experiencia de los problemas. Por ello el grupo debe incorporar a gente involucrada en el problema, básicamente a los proveedores y clientes del proceso analizado. También podría incluir a personal de marketing y atención al cliente, sectores en los que probablemente se conozcan mejor los factores que impactan favorable o desfavorablemente sobre este último.

- ✓ **Problemas de coordinación:** el grupo debe ser coordinado por una persona con formación y experiencia en el tema, de modo de lograr generar el ambiente requerido, enfocar al grupo en el problema y tomar decisiones sobre el proceso para lograr la mayor eficacia y eficiencia en el trabajo.
- ✓ **Utilización de los resultados del Brainstorming sin el debido procesamiento posterior:** Tal cual se señalaba, el brainstorming no fija como meta la calidad de cada aporte, sino la cantidad de ideas. Por esta razón es necesario efectuar una etapa posterior de análisis del listado producido para depurar y organizar el resultado en forma aceptable.
- **Diagrama de Causa y Efecto:** también conocido como espina de pescado, se utiliza para representar las causas posibles de un problema, o los factores que hacen a la calidad de un producto o proceso. Su ventaja es que permite ver claramente cuáles son los parámetros que deben ser tenidos en cuenta (Imai, 1994; Juran y Gryna, 1994; Munro-Faure, 1994; Tague, 1995).

Este tipo de diagrama resulta útil para representar los factores que influyen en determinadas características de un proceso o las causas de determinados efectos. También se lo conoce como Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Espina de Pescado.

El proceso de elaboración de estos diagramas suele estar precedido por una sesión de brainstorming y permite organizar visualmente los resultados de la misma, mostrando los factores relevantes y separándolos en los aspectos individuales que componen a cada uno.

La metodología recomendada para construir este diagrama es:

- Identificar el efecto dentro de un rectángulo ubicado a la derecha de la ilustración, con una flecha horizontal apuntando hacia el mismo.
- Identificar las causas o factores principales. Dibujar los mismos como ramificaciones de la parte central del diagrama (Estas suelen ser causas genéricas. Ver Ilustración 1).

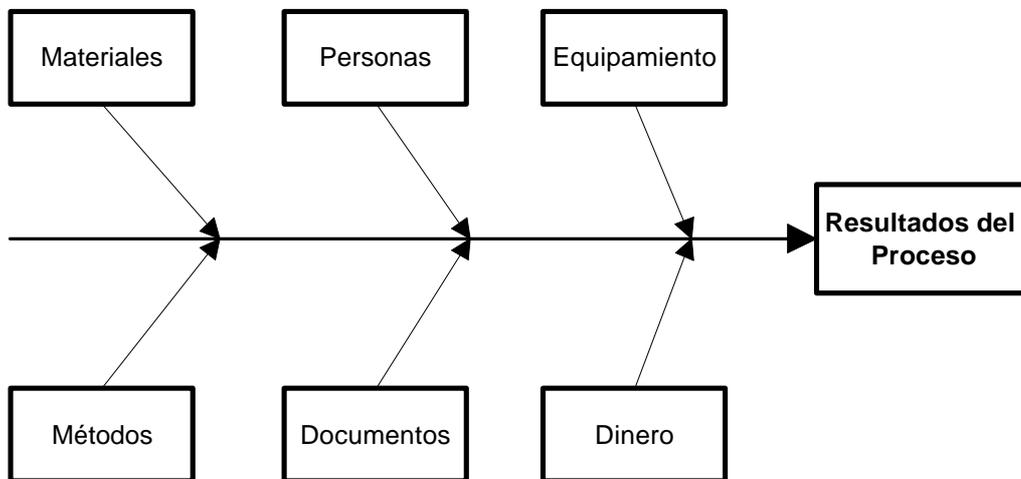
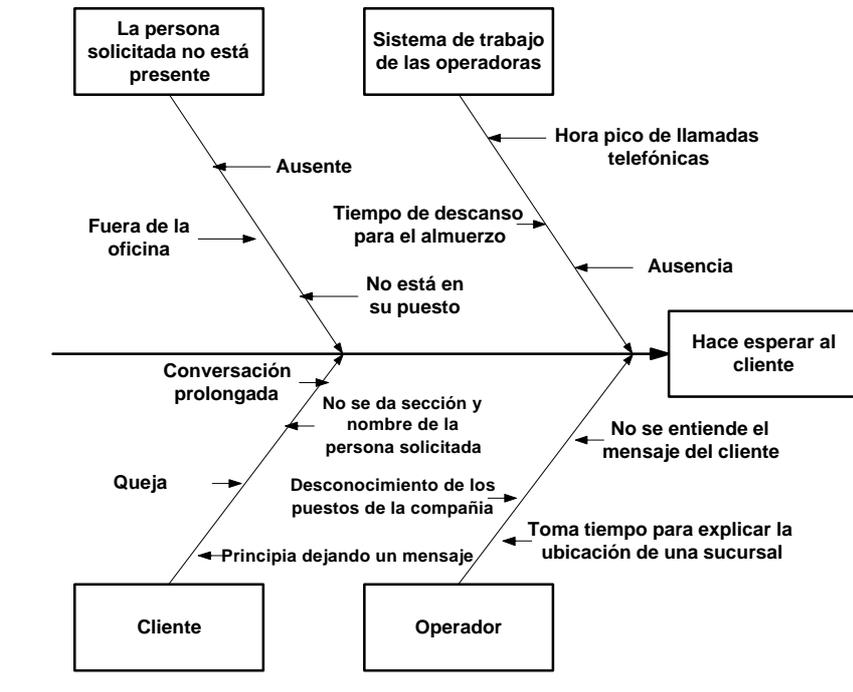


Ilustración 1: Diagrama de Causa Efecto (Causas Genéricas)

- Identificar las causas específicas y dibujarlas como contribuciones a las principales.  
Se pueden a su vez desprender grupos de cada una de ellas y, cuando la situación lo merezca, determinadas causas ser tratadas específicamente como efectos en otro diagrama, para facilitar la visión.
- Una vez detectados todos los factores o causas, utilizar otras herramientas para determinar las que más contribuyen al efecto (priorización, Pareto, resolución de problemas, etc.).

Puede tomarse como ejemplo un caso descrito en el libro KAIZEN (Imai, 1994) referido a un grupo de mejora convocado para bajar el tiempo de espera al que se veían sometidos los clientes de un banco cuando querían realizar una consulta o trámite telefónico, con la lógica consecuencia de su irritación por la demora. En adelante hablaremos de este ejemplo como el “Caso de las demoras en llamados telefónicos”.

El tema fue priorizado en trabajo en grupo y tratado por el mismo. Luego de un análisis preliminar que incluyó el uso de diagramas de flujo y clasificación de los llamados por sus propósitos y destinatarios, se realizó un brainstorming para analizar las posibles causas de demora. Los resultados del mismo se volcaron en el diagrama de la Ilustración 2.



### Qué hace esperar a los clientes?

Ilustración 2: Diagrama de Ishikawa del caso de las demoras en llamados telefónicos. (Extraído de Imai, 1994)

Se puede observar como ventaja principal la claridad que tiene el gráfico para la comprensión de los factores involucrados. En contra se puede mencionar la dificultad de elaborarlo en computadora.

- **Diagrama de Árbol:** cumple funciones similares al de Espina de Pescado, pero resulta más efectivo cuando se pretende detallar las actividades y tareas necesarios para cumplir con una meta o con los requisitos detallados en un objetivo de calidad (Brassard, 1996; Tague, 1995).

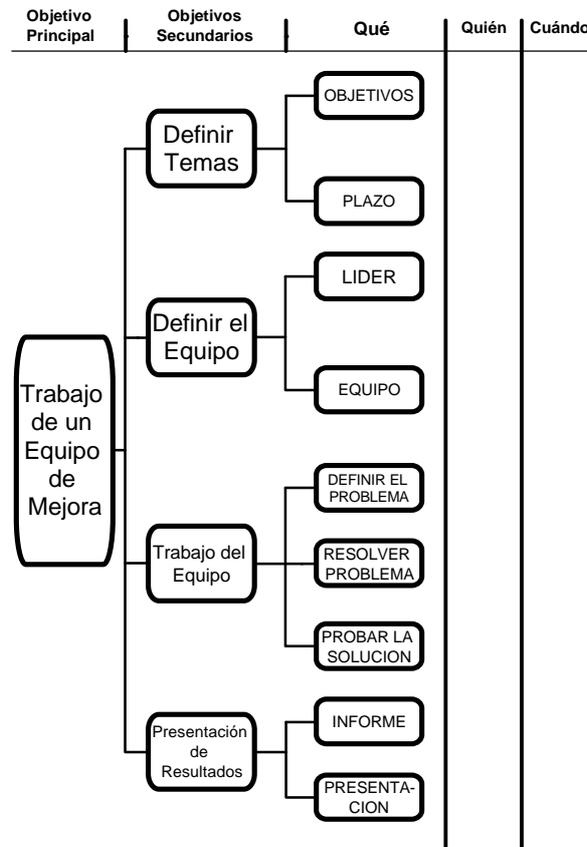


Ilustración 3: Diagrama de Árbol

La metodología para armar el diagrama consiste en describir el objetivo principal en la primera columna, luego subdividirlo en objetivos secundarios del plan o proyecto y así sucesivamente hasta llegar a submetas que no merezcan una mayor separación para su descripción.

Si se completan las dos últimas columnas el diagrama de árbol se podría transformar en una Matriz de Planificación (Ver Ilustración 3).

- Diagrama de Pareto:** es una herramienta utilizada para identificar las causas principales de los problemas, basada en el principio económico descubierto por Vilfredo Pareto en el siglo XIX. Ese principio, traducido a términos de la calidad, expresa que aproximadamente el 80% de los problemas se debe al 20% de las causas. Es bastante utilizado a nivel de industrias manufactureras, combinado con otras herramientas como el brainstorming, la espina de pescado y las hojas de datos para priorizar los proyectos de mejora en los procesos o productos (Imai, 1994; Munro-Faure, 1994; Tague, 1995).

La desventaja del método tal como lo presentan varios autores, y sin evaluación crítica, es que detecta solamente frecuencias de aparición de problemas como único efecto, pero no permite discernir en su importancia relativa. Así, por ejemplo, si en una clínica se identificara un problema frecuente, como podría ser la sustitución de un medicamento prescrito por otro de características similares, sus consecuencias serían notablemente menos graves que la eventual aparición de infecciones en el quirófano, problema tal vez esporádico, pero que podría conducir incluso a la muerte de pacientes.

Hay variantes del mismo que se utilizan para priorizar, aunque sin disponer de datos cuantitativos. A los mismos se los suele denominar “Pareto Subjetivo” en la jerga de calidad de nuestro país.

Volviendo al caso de las demoras en llamados telefónicos, el ejemplo de la Ilustración 4 consiste en un Diagrama de Pareto para las causas que motivaron la espera de los llamados (Imai, 1994). Del análisis del Diagrama surge que atacando las causas A, B y C se podrían disminuir drásticamente los problemas de demora. Tal modificación ocurrió en la realidad: una vez mejorado el proceso, trabajando sobre las causas A, B y C se llegó a una nueva situación que se compara con la anterior en la Ilustración 5 (Imai, 1994).

Se puede observar que el ejemplo de Imai ha efectuado un Pareto de frecuencias. No discrimina si los llamados perdidos fueron de clientes pequeños o grandes, o bien si eran clientes actuales o potenciales.

		Promedio Diario	Número Total
A	Una operadora (compañera fuera de la oficina)	14,3	172
B	La parte receptora no está presente	6,1	73
C	Nadie presente en la sección que recibió el llamado	5,1	61
D	No se dio la sección y el nombre de la persona solicitada	1,6	19
E	Preguntas sobre ubicación de sucursales	1,3	16
F	Otras razones	0,8	10
TOTAL		29,2	351

Tabla 1: Razones por las que los que llamaron tuvieron que esperar. Caso de las demoras en llamados telefónicos (Imai, 1994)

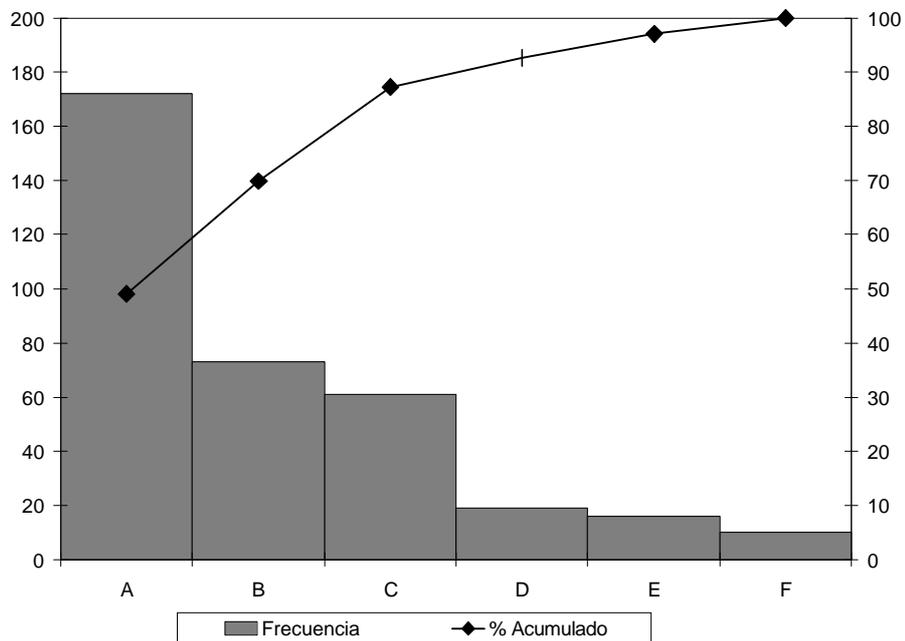


Ilustración 4: Diagrama de Pareto antes de mejorar el proceso. Caso de las demoras en llamados telefónicos (Imai, 1994)

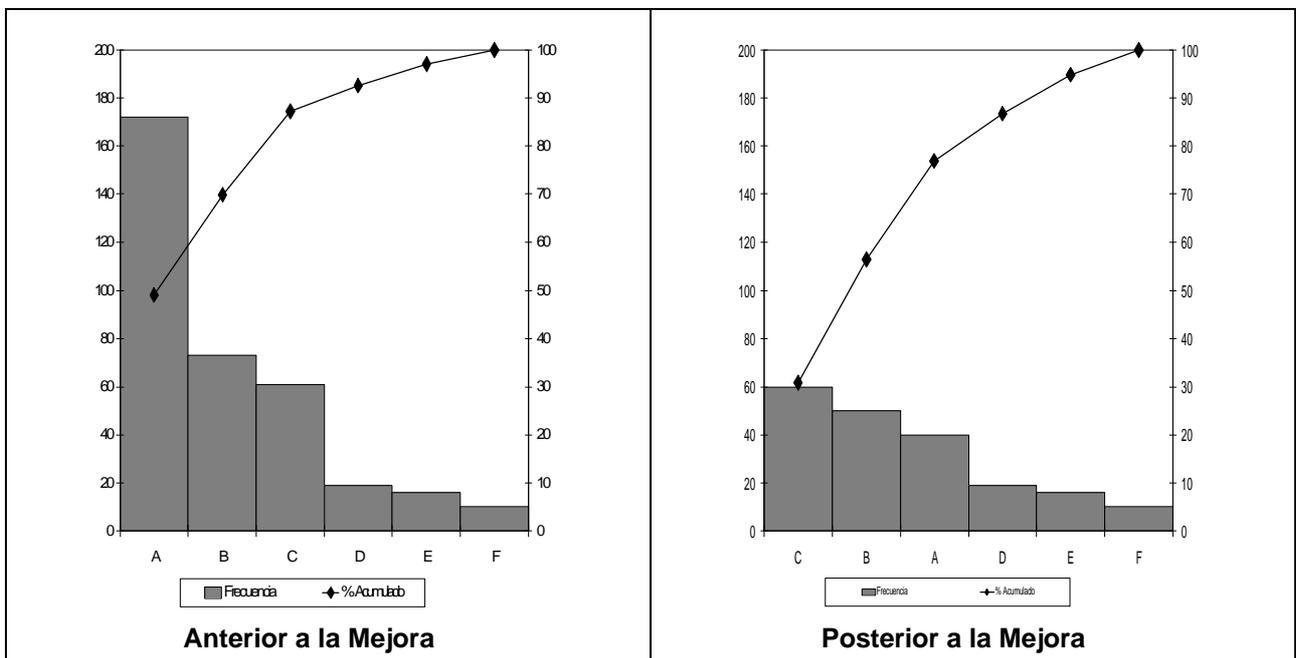


Ilustración 5: Comparación del Diagrama de Pareto anterior con el posterior a la mejora del proceso. Caso de las demoras en llamados telefónicos (Imai, 1994)

- **Análisis de Preocupaciones, Resolución de Problemas, Toma de Decisiones y Análisis de Problemas Potenciales:** Existen numerosos autores que se dedican a abordar estos problemas, de los cuales uno muy difundido es el libro *Resolución de Problemas & Toma de Decisiones* (Milano, 1993).

Milano establece que las *preocupaciones* de una organización se dividen en tres tipos:

1. *Resolución de problemas:* entendiendo a los problemas como apartamientos del comportamiento normal, adecuado o esperable de un proceso, la resolución de problemas es una herramienta para detectar las causas de la situación anómala, resolver los mismos (previniendo totalmente su recurrencia) o mitigarlos (minimizando los efectos adversos) hasta que se pueda introducir una solución.
2. *Toma de decisiones:* ante la necesidad de cumplir con un objetivo, suele ser necesario definir soluciones alternativas. Por ejemplo una organización quiere capacitar a su gerente general en el manejo del software necesario para hacer el control del funcionamiento de la organización desde su escritorio. Se pueden presentar alternativas con enseñanza presencial o a distancia; en su computadora o en otra, con ejemplos utópicos o directamente con datos de la organización. El curso puede ser de tiempo completo o de unas horas por día o semana. Puede ser dictado en el país o en el exterior.

Todas estas opciones deben agruparse en unas pocas opciones, las cuales deben ser estudiadas para ver si cumplen las condiciones mínimas o necesarias y en qué medida, además, satisfacen las condiciones deseadas, pero no indispensables. El resultado permite establecer órdenes de prelación entre alternativas no descartadas.

La toma de decisiones indica cuáles son las que más se ajustan al cumplimiento del objetivo.

3. *Análisis de problemas potenciales:* cuando se diseña y administra una organización, o un proceso, se espera que todo funcione bien. Sin embargo es imposible evitar que aparezcan problemas. Ellos pueden repercutir negativamente en aspectos de: calidad (produciendo rechazos internos o externos); seguridad (implicando incidentes o accidentes); disponibilidad de la instalación (involucrando demoras o detención del proceso); baja en la eficiencia (incrementando los desperdicios, los costos, los tiempos y las horas hombre por unidad de producción).

El análisis de problemas potenciales tiene por objeto establecer en forma sistemática cuáles son los que podrían presentarse, sobre qué pueden hacer impacto (y en qué magnitud), cómo detectar su ocurrencia y cómo actuar para mitigar sus efectos y resolverlos rápidamente.

En cada momento la organización tiene pendientes de resolución un gran conjunto de *preocupaciones*. Encarar las mismas requiere el uso de recursos; por lo tanto, el análisis de las preocupaciones debe dar como resultado su priorización. Milano establece una metodología para la asignación de prioridades, que consiste en evaluar para cada una su gravedad o importancia, la urgencia en resolverla (por ejemplo, si hay una fecha de vencimiento) y la tendencia (hay situaciones que si no son tratadas tienden a empeorar, mantenerse como están o a empeorar).

En función de ese análisis se establece una escala de prioridades. Su principal problema, a juicio del autor del presente trabajo, es que el método no permite discriminar demasiado esas prioridades. Según su experiencia, la gente tiende a sesgar los resultados, ya sea considerando a todo como grave, urgente y con tendencia a empeorar (evaluador pesimista) o bien como trivial, poco urgente y con propensión a la mejora espontánea (evaluador lánguido u optimista).

- **Modelos de Aseguramiento de la Calidad:** Los modelos de Aseguramiento de la Calidad establecidos en Normas del tipo las ISO 9000 constituyen en sí mismos grandes cajas de herramientas de la calidad. Podríamos decir que cada norma de aseguramiento es de por sí una herramienta integral de la calidad.

Cada requisito establece criterios que deben cumplirse para proveer confianza en la calidad. A medida que estos modelos han evolucionado, dieron mayor énfasis a los mecanismos y a los criterios para detectar las causas de las fallas o disconformidades y la prevención de su aparición. La tendencia actual es alinear cada vez más estos modelos con los de calidad total.

Los requisitos de las normas de aseguramiento se agrupan temáticamente. Esto podrá verse en el presente informe, al analizar la priorización de los requisitos de la norma ISO 17025: cada agrupamiento contiene herramientas de tipo sistémico cuya aplicación sirve para el mantenimiento y la mejora de los resultados de la gestión. Por ejemplo:

- La calificación y recalificación de proveedores podría entenderse como una herramienta cuya aplicación evita a la organización el incurrir en costos de no calidad por utilizar los productos y servicios de un proveedor inadecuado.
- Las auditorías de calidad son una herramienta de la organización para mantenerse informada sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos de la eficacia de las medidas tomadas.
- La calificación de los procesos es una herramienta para prevenir la aparición de fallas durante la producción y poder reducir los costos de inspección y rechazos de productos elaborados.

Cada parte del modelo de aseguramiento puede ser concebida en consecuencia como un conjunto de herramientas de la calidad, tanto por lo que explícitamente se requiere en las normas (Folgar, 1996) como por las prácticas y herramientas que implican su aplicación (Folgar, 1999).

- **Despliegue de Funciones de la Calidad:** conocido por las siglas de su nombre en inglés (Quality Function Deployment, QFD) es un método de diseño enfocado a satisfacer al cliente trasladando las necesidades y requisitos del mismo a las características del producto y al proceso de producción. Utiliza herramientas de tipo matricial para organizar los datos. La información que se maneja en el método es muy completa y requiere la integración con otras herramientas como estudios de mercado, grupos foco, benchmarking, ingeniería de procesos, control de la calidad y aseguramiento de la calidad (Akao, 1990; Bicknell, 1995).

En Japón es utilizada en forma masiva y en países occidentales está teniendo una relevancia creciente.

De acuerdo a *The Road Map to Repeatable Success* (Bicknell et al., 1995) la matriz principal del QFD (ver Ilustración 6) se arma con la siguiente secuencia (los números identifican la misma y la zona de la matriz en la cual se colocan los datos).

- (1) Comenzar a completar la matriz, identificando las necesidades del cliente (denominadas también atributos) en su propio idioma y listándolas en la zona. Esta parte puede ser la más complicada y requiere un claro conocimiento acerca de quién es el cliente. Un mal estudio de dichas necesidades puede hacer fracasar el trabajo completo. Como ejemplo de tales necesidades, en un restaurante de comidas rápidas, necesidades típicas pueden ser la atención rápida, que la comida llegue caliente a la mesa, encontrar fácilmente asiento, que no haya olor a comida en la zona de mesas y disponibilidad de juegos para niños.
- (2) Establecer las prioridades para las necesidades de los clientes y desarrollar un proceso de comparación (Benchmarking) competitivo. En este ítem se recomienda que el equipo que está desarrollando las matrices establezca en base a su experiencia el factor de peso de cada atributo (Bicknell et al., 1995). En los capítulos V y VI del presente trabajo, el autor volverá a este punto y planteará líneas alternativas para obtener dichos factores. En el ejemplo anterior, podemos encontrarnos que en los locales de zonas céntricas el cliente de gran prioridad al tiempo de atención por la necesidad de volver a tiempo a la oficina y que no haya olores, mientras que en zonas residenciales puede ser prioritaria la disponibilidad de juegos para niños y la temperatura adecuada de los alimentos.

- (3) Completar esta zona de la matriz principal con el listado de las características técnicas. Estas involucran a aquellos aspectos del producto, del servicio o de la producción que deben ser controlados técnicamente, y en ese lenguaje, para lograr satisfacer las necesidades del cliente. Para el ejemplo mencionado, podríamos mencionar:
- tiempos máximos, mínimos y promedio de atención en caja, entrega de la comida y total entre que entró y salió el cliente del local.
  - Temperatura mínima de entrega de los alimentos.
  - Relación entre el número de mesas, cantidad de clientes por minuto en hora pico y tiempo medio de permanencia de los clientes en las mesas.
  - Existencia de juegos, cantidad y capacidad de los mismos.
  - Eficiencia del sistema de extracción de aire en la cocina. Número de renovaciones por hora del sistema de ventilación del local. Diferencia de presión entre la zona de atención y la de cocinas.
- (4) Correlacionar los requerimientos técnicos con las necesidades del cliente: Esta matriz de relación indica el impacto de cada requerimiento técnico en las necesidades del cliente. El equipo de análisis debe hacer un estudio exhaustivo de tales relaciones, consultando a los expertos técnicos necesarios.
- (5) Priorizar los requerimientos técnicos. En base a la priorización anterior sobre las necesidades de los clientes y a la matriz de correlación, se puede obtener la priorización de estos requerimientos. Ella permite definir un plan de acción con las ventajas de conocer qué es lo que debe atacarse primero o con más énfasis.

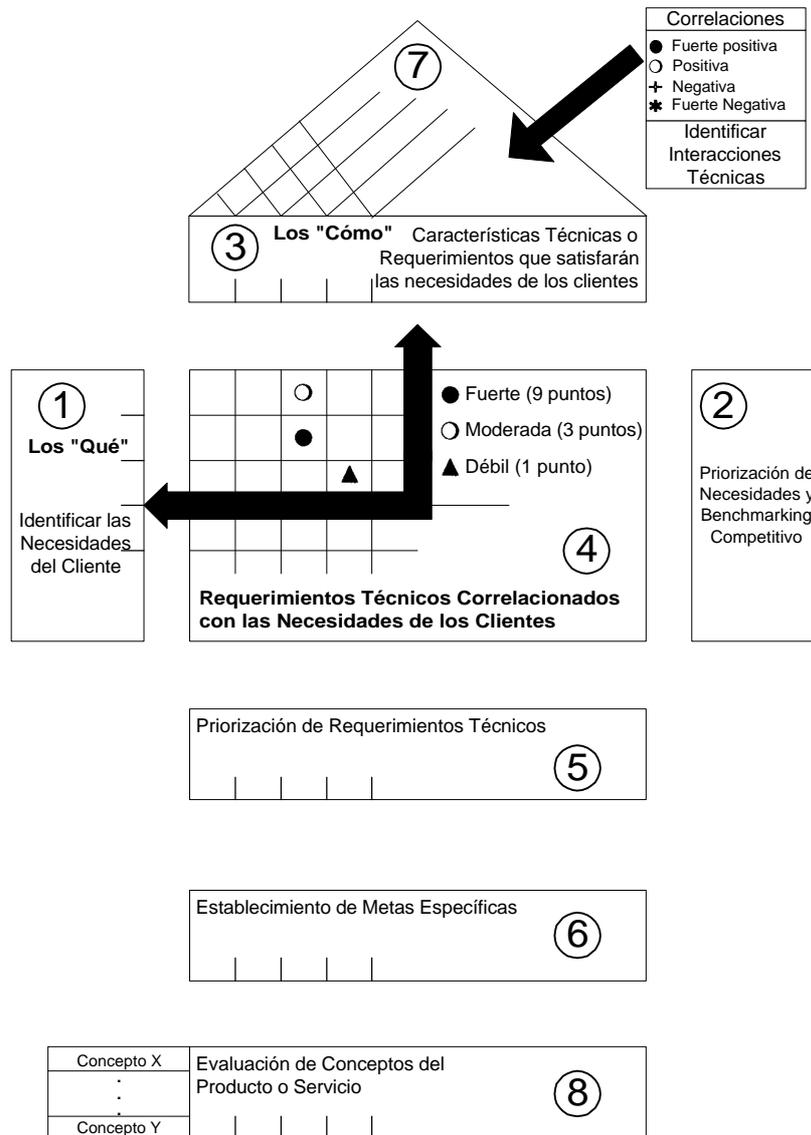


Ilustración 6: Los elementos de la Matriz principal del QFD (Bicknell et al., 1995)

(6) Establecer metas específicas. En esta zona del QFD, se proponen metas para cada característica técnica, que en la medida de lo posible deben ser cuantitativas. En el caso en el que fueran sólo cualitativas, deberá ponerse mucho cuidado en la verificación de su cumplimiento. Por ejemplo aquí se establecerían metas para la fuerza de cierre y para la de trabado de la puerta, teniendo en cuenta que un exceso o defecto en el valor establecido repercutirá negativamente en alguna necesidad de los clientes. Para el ejemplo podríamos definir:

- Temperatura mínima de las hamburguesas en el mostrador = 75 C

- Tiempo máximo de espera para sentarse = 2 min
- Número de juegos mínimo = 1 cada 10 mesas
- Número de renovaciones de aire por hora = 20. Diferencia de presión positiva entre el local y la cocina no menor de 10 mm Hg

(7) Identificar las Interacciones Técnicas. El objetivo de esta etapa (y de esta parte del QFD) es identificar conflictos en su diseño. En la parte superior de la matriz, conocida como el techo (de aquí que la matriz se la denomine también como la *casa de la calidad*) se identifican las correlaciones entre las características técnicas. Las interacciones pueden ser positivas (si mejoro una característica, también mejoro la otra también) o negativas (una mejora en una repercute en un empeoramiento en la otra).

Cuando hay interacciones negativas, se deben buscar soluciones de compromiso para las metas de esas características. Ignorar esta parte del QFD en la etapa de diseño o desarrollo, puede llevar a “conflictos catastróficos” (Bicknell et al., 1995). Por ejemplo, podría ser que aumentando la temperatura aumente el tiempo de espera del cliente, que aumentando el número de mesas disminuya la cantidad de juegos que puedo poner.

(8) Realizar una evaluación de conceptos. El concepto o los conceptos se definen aquí más bien como un conjunto de características que caracterizan al producto o servicio que estamos diseñando y lo distingue de otros del mismo tipo. Cada elemento de un concepto debe evaluarse para determinar sus fortalezas y debilidades respecto de las metas de desempeño establecidas durante el desarrollo del QFD. En el caso de existir varias propuestas o conceptos, puede ser que de este análisis surja una solución que incorpore elementos de las distintas alternativas.

Como puede observarse, este método es integral y riguroso desde el punto de vista conceptual, pero está enfocado fundamentalmente en el diseño de productos y procesos. Si bien no parece tener utilidad directa para resolver el problema encarado en el presente trabajo, podría complementarse con los criterios y herramientas que se analizarán en el mismo.

- **Matrices de Priorización:** este tipo de matrices configura un instrumento que permite priorizar y obtener puntajes entre criterios, atributos, requisitos o proyectos de similar importancia, urgencia o impacto, en el contexto de recursos limitados. Existen pocos antecedentes acerca de su empleo (Tague, 1995; Brassard, 1996).

En razón de sus bondades para su uso en un grupo foco o en un grupo de especialistas, sumada a la posibilidad de manejar los cálculos requeridos a través de planillas electrónicas, ha sido una de las herramientas seleccionadas por el autor del presente trabajo para la solución planteada en la presente tesis. No se abunda en su descripción en este capítulo, pues luego se hará en detalle su presentación.

- **Método Delphi de valoración por expertos:** muy poco difundido en nuestro medio, resulta a título del autor del presente trabajo de gran interés a la hora de intentar llegar a una respuesta consensuada por especialistas acerca de los factores prioritarios y de los que no lo son. Se puede a través del mismo recabar información de gran cantidad de personas y dar un tratamiento estadístico muy interesante a las respuestas, para llegar a una conclusión que responda al conjunto.

El método fue diseñado por la RAND Corporation de Estados Unidos (Kaplan et al, 1949) con la expectativa de hacer un mejor uso de la interacción entre grupos de investigación. Ha sido desarrollado como un método de obtención de pronósticos basado en la opinión de un conjunto de expertos adecuadamente seleccionado. Se lo ha aplicado a temas variados como:

- Pronóstico sobre las características de las organizaciones en el año 2020 (Jones y Reid., 1995).
- Mapeo de perfiles de Enseñanza de Posgrado en la Resolución de Conflictos (Warters, 1996).
- Definición de las características del “pensamiento crítico” (Facione, 1997).
- Estudios sobre tendencias en el desarrollo social (Hueser, 1998).
- Pronóstico acerca de las características del futuro entorno competitivo de la industria automotriz (Cole et al., 1998).

Información sobre el proceso Delphi puede encontrarse en varios artículos (Kaplan, 1949; Brown, 1968; Brown et al, 1969; Dalkey, 1969; Dalkey et al., 1969; Dalkey et al., 1970; Sackman, 1974; Press, 1979; Fink et al., 1991; Kuwahara et al., 1994; Karl Albrecht Int., 1999).

Por último, conviene detenerse a analizar la acepción de la palabra “herramienta” en el sentido en el que se la utiliza en la jerga de la calidad. Cuando se habla de una herramienta de la calidad, no se suele hablar de un elemento tangible como el de las que se utilizan para hacer reparaciones domésticas.

¿Qué son estas herramientas y porqué se las llama así y no con otras palabras, como por ejemplo métodos, sistemas o algoritmos? El autor no dispone de los datos necesarios para justificar el origen del uso de esta palabra, pero puede aportar una opinión referida a lo acertado o no del término en función de su experiencia.

Cuando tenemos que reparar algo en casa y no contratamos a un especialista, nos debemos arreglar con lo que tenemos. Es el momento en el cual abrimos nuestra caja de herramientas y buscamos entre ellas la que más pudiera servirnos. Si nada de lo que tenemos disponible (incluyendo las propias manos) nos es útil, seguramente nos preguntaremos si nos conviene ir a la ferretería a comprar la herramienta adecuada o bien llamar al idóneo.

La gente usa herramientas en mayor o menor medida, pero en general no sabe quiénes las inventaron, con qué materiales se fabricaron y cómo se verifica su calidad y su aptitud. Sabe qué usar para cada cosa o le pregunta al ferretero (por supuesto que esto no es una regla general, pues existe abundante cantidad de gente que toma por afición el tema e investiga minuciosamente estos interrogantes). Lo importante, más que conocer el origen de los destornilladores, es saber que ahí los tenemos y que para determinado tipo de tornillos se deben usar destornilladores adecuados.

También, en contra de la teoría de los destornilladores, podemos usarlos para abrir la latas de pintura. Los habremos utilizado en forma no ortodoxa, pero con ellos resolvimos el problema. Las herramientas de la calidad son similares:

- Sabemos que hay muchas.
- Sabemos que algunas son muy utilizadas.
- Conocemos una parte del universo de herramientas disponibles.
- Cuando no nos sirven las que conocemos, pedimos a los especialistas que nos recomienden la apropiada.
- La mayor parte de las veces no conocemos los fundamentos teóricos de su existencia, sino que disponemos de datos sobre su uso exitoso.
- Cada persona desarrolla su propia caja de herramientas con las que más se adecuan a su gusto y sus posibilidades.

Si un método, sistema o técnica se ajusta a todo esto, para el autor es correcta la denominación “herramienta”.

Conviene recalcar que los métodos o herramientas analizados son de aplicación general a evaluaciones y toma de decisiones y no en particular a tomar decisiones o evaluar el cumplimiento de modelos relacionados al aseguramiento de la calidad.

## Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

El presente trabajo da cuenta de la primera aplicación de herramientas de la calidad a la cuantificación de un proceso de evaluación. Adicionalmente, se han empleado métodos de uso no demasiado frecuente, cuyas ventajas han sido críticamente reconocidas por el autor.

### III. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Tal cual lo expresado en los capítulos previos, durante el año 1998 el Comité de Calificación de Laboratorios de CNEA se encontraba con una serie de problemas referidos a la elaboración del procedimiento de evaluación de laboratorios de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA, 1998).

El borrador de ese procedimiento existente en ese momento, se basaba en el uso de diez listas de verificación, cada una de las cuales se enfocaba en el cumplimiento de una serie de requisitos establecidos en la Norma IRAM 301 (IRAM, 1993).

Los problemas que se presentaban podían ser agrupados en tres temas principales:

1. **La estructura de las listas no estaba alineada con la norma:** Si bien el contenido de las listas cubría los requisitos principales de la norma tomada como referencia, no existía una concordancia entre la estructura del cuestionario y la de la norma.

Aunque no es un requisito que se produzca dicha alineación, desde el punto de vista del autor del presente trabajo una situación de esta naturaleza presenta los siguientes inconvenientes:

- **Exige un fuerte esfuerzo de verificación en la etapa de elaboración de los listados,** para evitar omitir requerimientos establecidos en la norma de aplicación y para prevenir la repetición de preguntas sobre el mismo tema en distintas partes del listado.
- **Dificulta los aspectos de capacitación en el tema,** dado que un sistema de evaluación o calificación interna bien formulado no tiene, a juicio del autor, el mero propósito de establecer si los laboratorios evaluados aprueban o no un examen de admisión, sino aprovechar el proceso de evaluación para aclarar al plantel del laboratorio, en especial al personal responsable de su conducción, cuáles son los requisitos de calidad aplicables y poder discutir la importancia de cumplir o superar las pautas establecidas por las normas.

Por ello, una clara formulación de las listas de verificación, unida a su difusión interna entre los laboratorios, ayuda a quienes las leen a comprender qué se les pide que cumplan y por tanto les permite prepararse lo mejor posible para superar satisfactoriamente la calificación. Este debe ser un objetivo compartido entre la Institución y cada Laboratorio de la misma.

- **Es de difícil adaptación a los cambios de la norma,** sobre todo teniendo en cuenta que se están adoptando versiones preliminares de la misma que cambian periódicamente hasta que se emita la norma definitiva del año 2000.

2. **El informe final, tal cual estaba formulado, sólo configuraba una lista de incumplimientos de requisitos.** No servía como una verdadera realimentación que orientara al laboratorio sobre cuáles eran los aspectos aceptables en los que debía persistir y cuáles eran aquellos en los que tendría que implementar mejoras.

Esta posición no es unánime entre los especialistas en auditorías. Así le consta al autor a causa de las discusiones en las que participó en el Instituto Argentino de Normalización (IRAM) durante el año 1999, con motivo de la discusión del borrador de las normas ISO 9001 y 9004 del año 2000, en el marco del Comité Técnico número 176 de la International Organization for Standardization (ISO - TC 176). En una de esas reuniones hubo un fuerte intercambio de opiniones entre quienes sustentaban que un auditor interno debe mantener una posición distante e independiente respecto del sector evaluado y quienes, como el autor, proponen un papel del auditor interno que incluya actividades de sensibilización y capacitación para ayudar a los sectores evaluados a comprender los requisitos que deben cumplir, las fortalezas detectadas, las oportunidades de mejora y las ventajas de cumplir con el modelo de gestión.

La postura distante se funda en el axioma de la independencia del auditor, por el cual un auditor o evaluador no debe involucrarse con la tarea, para gozar de la independencia necesaria en sus juicios. La postura del auditor interno comprometido con la capacitación se basa en una diferenciación del significado de una auditoría o evaluación interna (o de primera parte) con una auditoría o evaluación de proveedores (de segunda parte) o una auditoría de certificación o acreditación (de tercera parte).

En una auditoría de certificación, sin duda alguna, se requiere del organismo certificador o acreditador máxima idoneidad y capacidad unido a la absoluta independencia de criterio que implica entre otras cosas no tener conflictos de interés, y no estar involucrado con la implementación ni a nivel organizacional ni deslizando sugerencias sobre aspectos operativos con las cuales puede verse comprometido posteriormente ante el personal de la organización auditada. El auditor de certificación, a diferencia del auditor interno, debería limitarse a actuar como un instrumento de medición que brinde información creíble sobre el estado de cumplimiento de los requisitos.

En una auditoría o evaluación interna el objetivo es asegurar que se cumplen los requisitos internos de calidad, los cuales son en orden de prioridad los establecidos por la organización y en segundo lugar los de las normas adoptadas. Si no fuera así, no tendría sentido hablar de Políticas y Objetivos de una organización en la forma definida por todas las normas de aseguramiento, ni de Compromiso de las Autoridades y Valores como se establece en los modelos de los Premios.

Las organizaciones tienen un estilo propio que las caracteriza. Una evaluación debe reflejar si se cumplen los logros pero, a juicio del autor del presente trabajo, debe además contribuir a dichos logros aprovechando las actividades de evaluación para difundir los criterios aplicables y aclarar dudas sobre los mismos, sin caer en actitudes prescriptivas.

Esto significa que se debe aclarar qué requisitos se deben cumplir y con qué prioridad, pero no involucrarse con los aspectos técnicos del sector evaluado, pues eso sí configuraría una intromisión en un ámbito en el cual el interlocutor es el especialista cuya idoneidad y responsabilidad debe respetarse sin indicarle cómo hacer su trabajo.

El CoCaLab, que comparte esta postura, al revisar el borrador llegó a la conclusión de que el informe de evaluación debía resaltar con el mismo énfasis las fortalezas detectadas que las áreas con oportunidades. Estas últimas deberían dividirse entre las que configuraban disconformidades puntuales, las que requerían acciones correctivas o las recomendaciones que podrían generar acciones preventivas.

3. **Las ponderaciones asignadas a los requisitos no eran satisfactorias.** El método utilizado en principio para obtener los factores de ponderación de cada Criterio consistía en dividir los mil puntos que representaba el cumplimiento de todo el modelo por el número total de Criterios (diez), obteniéndose un resultado de 100 puntos por cada uno.

A los Factores que componían cada Criterio se les asignaban puntajes ideales ponderados dividiendo los puntos a repartir para el Criterio (100) por el número de preguntas involucradas. Este sistema otorgaba por ejemplo diez puntos a cada pregunta cuando se analizaban diez factores para el Criterio. Así, si un Criterio tenía 20 factores, cualquiera de ellos obtenía la mitad de ponderación que otro correspondiente a un criterio con diez factores, sin atender en absoluto a la importancia relativa entre ellos.

Ante esta apreciación, el autor del presente informe hizo la propuesta de aplicar matrices de priorización y otras herramientas de ponderación, para asignar puntajes, de forma tal que los mismos representaran de algún modo la prioridad.

Sobre la resolución de este último problema se ha desarrollado el presente trabajo de tesis.

Enfocando ahora el problema con la asignación de puntajes y ponderaciones, se consideraba necesario desarrollar un método que sirviera para:

- **Disponer de una priorización de los criterios y requisitos establecidos**, de modo de poder tomar decisiones relacionadas con la asignación de recursos limitados a los proyectos de mejora de laboratorios de ensayos. Esta necesidad se debía a una lectura de una tendencia general para el sector público, la particular de las organizaciones de investigación y desarrollo y la específica de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

En la lectura general del sector público se notaba una contracción creciente del gasto público que obedecía al modelo económico de convertibilidad, sumada a una recesión acentuada que se había producido a partir de las crisis económicas conocidas como Efecto Tequila (México), Efecto Arroz (Japón, Corea), Efecto Vodka (Rusia) y Efecto Caipirinha (Brasil). Con cada uno de ellos se produjeron graves problemas de falta de recursos financieros y de suba de las tasas de crédito internacionales con la consiguiente falta de recursos presupuestarios para el sector público.

Durante la década del 90, la situación de las organizaciones de investigación y desarrollo que pertenecían al sector público estuvo signada por una creciente desjerarquización de dichas actividades, dentro de un modelo que cada vez más fue confiando en el mercado como generador de nuevas ideas y técnicas. La investigación fue paulatinamente considerada como un gasto suntuario en lugar de una inversión para mantener la competitividad futura del país.

El modelo de globalización eximía a los países de preocuparse por generar recursos intangibles, como es el caso del conocimiento. La condición era que las empresas financiaran sus proyectos, siempre y cuando estuvieran relacionados a necesidades de competitividad en el mercado mundial. En este contexto la investigación básica, cuyo objetivo permanente es la creación de conocimiento científico, quedó relegada al papel de un pasatiempo de los científicos que no debería ser solventada por un estado carente de recursos.

El problema de esta definición conceptual, típica de la filosofía económica que caracterizó al periodo, es que en la mayoría de los casos las entidades privadas producen o adquieren la tecnología a donde les convenga a nivel corporativo, sin ningún interés especial por la investigación en Argentina. La tendencia actual parece ser la de la fusión de corporaciones entre sí, generando una concentración de la oferta de cada producto y servicio en un número de empresas cada vez menor. Si esto se consuma, el rol de la investigación puede ser aún más devaluado, debido a la desaparición progresiva de la necesidad de innovar para competir.

En el caso de las actividades de desarrollo o creación de tecnología a cargo de entes del sector público, se crearon por una parte profundas trabas burocráticas que tendían a evitar gastos en ese sentido y, adicionalmente, se careció de una política firme que orientara las inversiones y la priorización de actividades.

En los últimos años CNEA ha tenido varios cambios de autoridades y reorganizaciones profundas, en busca de un nuevo perfil institucional. A partir de la promulgación de una ley específica para el área nuclear, también debieron realizarse ajustes para cumplir lo establecido en dicha normativa. Se han visto reducidos en forma importante los recursos financieros de la institución, con recortes y trabas de diverso tipo, que impidieron la óptima utilización de los recursos para las compras.

Si bien la Institución generaba recursos propios, no eran suficientes para encarar su autogestión, pero además estos recursos no eran utilizables para los gastos operativos, pues en su gran mayoría ingresaban en los recursos generales del tesoro.

En el marco de esas restricciones era crítico saber hacia donde destinar los pocos recursos que se pudieran obtener, de modo de maximizar su aprovechamiento. Esta pauta sólo puede ser cumplida a partir de una buena planificación estratégica y operativa.

No se puede concebir una planificación seria que no conlleve la adecuada priorización de actividades y proyectos. El modelo del Premio establece que las actividades de calidad deben realizarse en base a una planificación estratégica y a planes operativos.

La planificación estratégica se realiza teniendo en cuenta la misión que tiene la institución (también conocida como objetivos fundacionales) la visión de las autoridades sobre los logros que deberían caracterizar a la organización en un futuro, los valores o principios básicos que rigen su conducta y la del personal que la compone. La planificación operativa debería responder a los objetivos estratégicos fijados, estableciendo las metas a corto y mediano plazo, adaptándose a las características del escenario.

- **Priorizar proyectos de mejora:** la planificación de la mejora continua requiere utilizar conceptos de priorización para poner en funcionamiento, en forma adecuada, los ciclos correspondientes al círculo conocido entre los especialistas como de Demming (o de Shewhart) o a la espiral de Juran (Juran, 1994). En todos los casos en que se quiere implementar la mejora continua con eficacia y eficiencia, debe hacerse la priorización para obtener un óptimo aprovechamiento de los recursos.

Una vez que se dispone de un listado de criterios de evaluación con sus correspondientes factores de peso numéricamente establecidos, resulta posible calificar numéricamente a los proyectos de mejora determinando para cada proyecto alternativo, en qué medida satisface a cada criterio y expresando el grado de satisfacción en porcentajes. Podría asignarse el grado de cumplimiento en forma cualitativa (por ejemplo: bajo, medio y alto cumplimiento), asignando puntajes a cada grado de cumplimiento (para el ejemplo anterior podrían ser 1, 3 y 9 puntos).

El puntaje de cada alternativa podría calcularse multiplicando para cada proyecto los factores de peso por el grado de cumplimiento y sumando los valores para todos los criterios de evaluación. A mayor puntaje le correspondería un mayor nivel de prioridad. Por supuesto que la decisión final requeriría sumar a este tipo de evaluaciones las consideraciones particulares de los responsables de la toma de decisión, quienes deben tomar la lista como un dato pero no como un hecho absoluto e indiscutido.

Denominando por ejemplo:

a los proyectos como  $p_1, p_2, \dots, p_m$ , siendo  $m$  el número de proyectos evaluados,

a los criterios  $C_1, C_2, \dots, C_n$ , siendo  $n$  el número de criterios de evaluación,

a los factores de peso de cada criterio  $f_1, f_2, \dots, f_n$ .

y representando como

$g_{i,j}$  al grado de cumplimiento del atributo  $j$  por el Proyecto  $i$ .

el puntaje total del proyecto  $P_i$  se calcula como

$$T_i = \sum_{j=1}^n f_j \cdot g_{i,j}$$

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Puede verse un ejemplo de priorización de proyectos, donde se establecen tres grados de cumplimiento de un criterio:

- Alto: A con una asignación de 9 puntos
- Medio: M con una asignación de 3 puntos
- Bajo: B con una asignación de 1 punto

Criterio	Factor de Peso	Proyecto		
		$P_1$	$P_2$	$P_3$
$C_1$	$f_1$	1	9	3
$C_2$	$f_2$	3	1	3
$C_3$	$f_3$	1	1	9
$C_4$	$f_4$	3	3	1
	<i>Puntajes (<math>T_i</math>)</i>	8	14	16

- **Evaluar la gestión de los laboratorios:** el CoCaLab adhiere a un modelo de gestión basado en la mejora continua para la excelencia, como es el modelo del Premio Nacional a la Calidad del Sector Público.

En ese modelo, uno de los criterios (o sea uno de los factores principales) es el de aseguramiento de la calidad que, si bien no requiere específicamente el cumplimiento de las normas pertinentes a cada tipo de actividad<sup>2</sup>, resulta óptimamente satisfecho si se cumplen los requisitos de la norma ISO 9001 (para producción de bienes y servicios en general) o normas específicas como la IRAM 301 (para laboratorios de ensayos y calibraciones).

Como parte del cumplimiento de las normas de aseguramiento de la calidad, se considera muy importante que las auditorías internas de evaluación de los laboratorios y las externas de acreditación proporcionen no sólo una lista de cumplimientos e incumplimientos de requisitos, sino también un resultado numérico que refleje el grado de cumplimiento del modelo de gestión y de las prioridades institucionales para el área evaluada.

<sup>2</sup> Como es el caso de la norma IRAM 301 (IRAM, 1993; IRAM, 1999) laboratorios de ensayos y calibraciones

Los resultados de las evaluaciones permiten tomar decisiones sobre cuáles laboratorios (y para qué ensayos) están en condiciones de acceder a la etapa de acreditación, evitando gastos innecesarios de auditorías, que requerirían la intervención de los organismos habilitados a tal efecto, a los que no reúnan las condiciones requeridas para dicha etapa.

En el contexto del problema planteado, las requerimientos impuestos no son sólo los normativos vinculados al proceso de acreditación, sino también los propios de la Institución. Por ello, el sistema de evaluación debe producir factores de peso que reflejen el peso real de cada atributo analizado.

- **Disponer de indicadores de desempeño de los laboratorios:** es muy recomendable para una institución, disponer de datos que permitan verificar el estado de cada área, sector e instalación que la compone (analizado desde el punto de vista de determinados modelos) para conocer sus posibilidades actuales y determinar el grado de mejora o empeoramiento de su desempeño. En nuestro caso específico, y tratándose un tema como el de la gestión de calidad de los laboratorios, esta determinación debía ser encarada con mucha profundidad, pues CNEA tenía bajo su dependencia una gran cantidad de laboratorios de ensayos y de calibración, algunos de estos últimos con la categoría de laboratorios nacionales de referencia en su área. Por ello era crítico asegurar a los clientes una gestión de excelencia, cosa que sólo se podía verificar a través de un sistema de medición de desempeño. Una actuación mala o mediocre podía afectar al prestigio de la Institución, lo cual reforzaba la necesidad de monitorear continuamente la gestión de sus laboratorios.

El modelo del Premio requiere mucho cuidado en el manejo de datos y en la forma en que los mismos se convierten en indicadores. Para que los indicadores que surjan del método desarrollado sean útiles, deben ser reproducibles y fáciles de interpretar.

La conveniencia de que los datos sean numéricos se funda también en que resultados cuantitativos adecuadamente establecidos, proporcionan una base objetiva para medir si la evolución es favorable o desfavorable y tomar medidas correctivas o abstenerse de tomarlas, con más fundamentos que disponer de una colección de resultados cualitativos del cumplimiento de requisitos cuyo peso no mediremos.

No sólo se debían satisfacer todas estas necesidades, sino que el método utilizado debía tener rigor científico y metodológico. Los métodos usuales de priorización y toma de decisiones habitualmente utilizados no resultaban útiles para cumplir con estos requisitos, ya sea porque no resultaban aplicables en absoluto al problema planteado o porque no permitían definir las prioridades con la sensibilidad y el poder de discriminación requeridos.

También debía obtenerse un método que minimizara las incidencias de los factores subjetivos en la asignación de los factores de ponderación y en las evaluaciones propiamente dichas. Esto será largamente analizado en el presente trabajo.

El autor del trabajo contó con el apoyo del CoCaLab para desarrollar un método novedoso, en el marco de un trabajo de tesis, pues proporcionaba una mayor confianza en los resultados, facilitando su aceptación y su uso en CNEA. La Institución exige para cada acto técnico la mayor seriedad y fundamentación posible, en el marco de un máximo rigor académico.

El sistema de evaluación emergente de este trabajo se basó en el Esquema 2 de la Norma IRAM 301 (IRAM, 1999), y en las Bases del Premio Nacional a la Calidad Argentino en sus versiones Privada y Pública (Fundación Premio Nacional a la Calidad, 1999; Secretaría Técnica del Premio Nacional a la Calidad del Sector Público, 1999), considerando a la Norma como un “Modelo” cuyo cumplimiento se evalúa y pondera. La evaluación se refleja en un informe y un resultado expresado en forma de puntaje.

Como parte del trabajo, aunque no como objetivo directo de la tesis, se propuso al CoCaLab que el Informe de Evaluación que hasta ese momento declaraba sólo hallazgos (Acciones Correctivas) fuera transformado en un Informe de Retroalimentación con las fortalezas y áreas de mejora detectadas (base necesaria para planificar y priorizar las mejoras).

Tal como lo es en los premios, el modelo propuesto se divide en “Criterios” correspondientes a los capítulos en los que se dividen los requisitos de la norma, a cada uno de los cuales les corresponde un puntaje máximo ponderado al cumplimiento del 100% de lo requerido en los mismos. La suma de los puntajes ponderados de los Criterios equivale al Puntaje Ideal (1000 puntos).

A su vez, cada Criterio se divide en Factores (o requisitos) a cada uno los cuales se les asigna puntajes ponderados cuyas sumas equivalen al puntaje del Criterio.

Se han adaptado y probado tres métodos de trabajo para la asignación de factores de peso a los requisitos establecidos en un sistema de evaluación y priorización:

1. Una adaptación de las matrices de priorización aplicada por un grupo reducido de personas (en el caso analizado fue el grupo de especialistas que conforma el CoCaLab). Se utilizaron mecanismos de comparación por pareja entre los atributos que a priorizar.
2. Un sistema de ponderación directa de cada atributo por consenso en un grupo reducido, sobre la base de la asignación de grados de prioridad. Cada atributo analizado fue considerado como independiente de los demás. Se estableció una escala de niveles de prioridad y luego se prorrateó el puntaje a repartir entre los atributos, en función del factor de peso correspondiente a cada nivel de prioridad.
3. Finalmente, la ponderación directa de los atributos a través de la realización de una encuesta de tipo Delphi entre un número grande de especialistas, con el mismo propósito que en el caso anterior, pero para arribar a un consenso entre un número amplio de personas. El grado de prioridad de cada atributo surgió de un tratamiento estadístico de los votos individuales. Posteriormente se obtuvieron los puntajes o factores de peso de cada atributo o requisito, prorrateando en forma similar al método antes descripto.

El análisis realizado no se ha limitado al tratamiento matemático o estadístico de la información, sino a analizar las bondades y debilidades de cada metodología para resolver el conjunto de problemas y objetivos planteados.

## IV. SOLUCIÓN PROPUESTA

### 1 PRESENTACIÓN DEL CONTENIDO DEL CAPÍTULO

El presente capítulo da cuenta de la realización del desarrollo conceptual y teórico, la sistemática, las herramientas y el análisis de posibles metodologías para su utilización y, finalmente, el trabajo de campo necesario para comprobar las hipótesis planteadas. Su contenido se organizó en cuatro partes:

- **Sección 2:** formula las características de los métodos utilizados para resolver el problema.
- **Sección 3:** detalla las condiciones particulares (o de contexto) bajo las cuales se aplicaron las herramientas, incluyendo una descripción resumida de las características de la norma ISO 17025.
- **Sección 4:** describe las experiencias realizadas y los resultados que se obtuvieron a nivel operativo (los resultados finales del trabajo y las conclusiones se discuten en el Capítulo V del presente informe).

Tal como se comentaba en el capítulo I y III, el trabajo se efectuó en dos etapas:

En la primera se realizó la adaptación del uso de matrices de priorización a las listas de chequeo del borrador del Procedimiento de Evaluación de Laboratorios (CNEA, 1998), realizando comparaciones entre pares de atributos por parte de un grupo reducido de especialistas.

La segunda parte (secciones 3.1.2 y 3.2 del presente capítulo) consistió en:

- Aplicación del método de matrices de priorización a los requerimientos de la norma ISO 17025 (ISO, 1999), para validar la metodología aplicada en la primera etapa y disponer de un procedimiento de evaluación de laboratorios alineado con las últimas tendencias en la materia.
- Prueba de un sistema de ponderación directa de cada atributo por un grupo reducido de especialistas (ver punto 3.2.1 en página 119).
- Utilización del método Delphi para la ponderación directa de los atributos, a través de una encuesta a un grupo amplio de especialistas (ver punto 0 en página 119).

Las experiencias con el método Delphi requirieron la convocatoria del Comité de Calificación de Laboratorios de la CNEA a una gran cantidad de reuniones de tres a cuatro horas de duración cada una.

Primeramente el autor demostró a los miembros de ese Comité la necesidad de las mejoras y la conveniencia de aplicar los métodos propuestos. Luego debió contar con su apoyo y participación activa para realizar las discusiones y consenso.

Parte de las reuniones fue dedicada a la capacitación de los miembros del CoCaLab en el uso de la herramienta. El resto del tiempo se dedicó a realizar las actividades propias del método, analizando sobre la marcha los resultados que se obtenían y su consistencia. También fue necesario consagrar mucho tiempo a discutir condiciones de contexto de las preguntas que se formulaban, luego de verificar que sin esa definición era dificultoso llegar a buen término con el trabajo.

En la segunda etapa, el CoCaLab pudo establecer algunas mejoras metodológicas y confirmar la necesidad de profundizar las mismas. Estas mejoras no eran sólo aplicables a la herramienta propiamente dicha, sino a aspectos de la dinámica de la discusión y a la forma de documentar los resultados.

La redacción del presente capítulo privilegia los aspectos metodológicos en lugar de la secuencia cronológica, con el objeto de facilitar su comprensión. Por esta razón, aún cuando algunos desarrollos fueron realizados en forma simultánea, figuran separados en el texto.

## 2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Se desarrollan en esta sección no sólo las herramientas que se han utilizado para la ponderación y priorización de requisitos o atributos, sino también los procesos utilizados para su aplicación, en la convicción de que la mera descripción de la herramienta no es suficiente para definir un método de trabajo.

Antes de analizar estos métodos y herramientas utilizadas es necesario presentar qué se pretendió obtener a través de los mismos y con qué objetivos.

Como se ha descrito en los tres primeros capítulos del presente trabajo, la Comisión Nacional de Energía Atómica necesitaba desarrollar un sistema de evaluación de laboratorios que permitiera:

- Contar con un resultado numérico que diera una cabal idea de la medida en la cual la gestión del laboratorio evaluado cumplía con la norma y las prioridades institucionales de CNEA.
- Priorizar proyectos de mejora de laboratorios con el objeto de permitir una toma de decisiones compatible con criterios establecidos y aceptados.
- Monitorear la evolución de los laboratorios a nivel general dentro de la institución y en forma individual.

Para lograr estos objetivos, se planteó elaborar un Procedimiento de Evaluación de Laboratorios que funcionara en forma similar a la que adoptan los sistemas de evaluación de los Premios Nacionales a la Calidad. Esos sistemas contienen un modelo de gestión, en el cual se enuncian los atributos que debe satisfacer una empresa ideal que hace calidad total. Dichos atributos son denominados criterios o factores. En el caso de las normas de aseguramiento denominaremos como requisitos o atributos a las condiciones que debe satisfacer una organización para ajustarse al modelo establecido en la norma adoptada.

A cada atributo del modelo se le asigna un puntaje ideal correspondiente al cumplimiento absoluto del criterio o factor. La mera comparación de los puntajes teóricos o ideales asignados a cada criterio permite al que analiza dichos modelos establecer cuáles criterios o requisitos son los más importantes, para prestarles atención relevante o asignar prioridades especiales a los mismos.

Para obtener la máxima claridad posible, se divide al modelo en un conjunto de Criterios o Requisitos Generales, los cuales a su vez se subdividen en requisitos más específicos, factores o atributos particulares.

El proceso de evaluación incluye la asignación de un resultado numérico que se realiza en las siguientes etapas:

- 1) **Establecimiento de los puntajes teóricos o ideales para cada atributo a evaluar:** se hace una sola vez y se incluye como parte del modelo o procedimiento de evaluación.
- 2) **Evaluación del grado de cumplimiento de cada requisito específico:** los evaluadores verifican el grado de cumplimiento de cada factor (cero para incumplimiento total y uno para cumplimiento absoluto) y multiplicándolo por el puntaje ideal del mismo se obtienen los puntajes correspondientes a cada atributo específico.
- 3) **Obtención del puntaje de evaluación de cada criterio:** los puntajes de cada criterio no surgen de su evaluación directa, sino como suma de los puntajes obtenidos para los factores que los componen.
- 4) **Obtención del puntaje total de evaluación:** se obtiene sumando los puntajes obtenidos para los criterios. Es decir que el resultado numérico final surge de la suma de los resultados obtenidos a través del análisis de cada detalle que compone el modelo y no de una visión global de la organización.

Para ejemplificar lo expresado, la Tabla 2 contiene un ejemplo de un sistema de evaluación que consta de tres Criterios de Evaluación (A, B y C) subdivididos en dos, tres y cuatro factores respectivamente.

La primera columna contiene los criterios de evaluación con sus correspondientes puntajes.

En la segunda están los factores que componen a los criterios, también con sus respectivos puntajes ideales. Nótese que el puntaje de cada criterio equivale a la suma de los puntajes de los factores que los componen.

Los puntajes contenidos en las columna y la anterior están incorporados en el procedimiento de evaluación, o sea que no son modificables por los evaluadores.

La tercera columna es completada por el evaluador al comparar los requerimientos específicos del modelo con la situación real, estableciendo el grado de cumplimiento expresado por ejemplo como un porcentaje (en el caso de los premios, pues existen criterios para asignar estos porcentajes con el fin de facilitar el proceso de asignación de los resultados y uniformar los mismos).

La cuarta columna contiene los resultados obtenidos en cada atributo específico por la organización evaluada. Este resultado se obtiene como producto entre la segunda y tercera columna dividido por cien.

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

La última columna totaliza los resultados de cada criterio como suma de los resultados obtenidos por los factores que lo componen.

Criterio	Factor	Grado de Cumplimiento (%)	Puntaje del Factor	Puntaje del Criterio
A (400 ptos.)	$A_1$ (100 ptos.)	60	60	270
	$A_2$ (300 ptos.)	70	210	
B (150 ptos.)	$B_1$ (50 ptos.)	80	40	110
	$B_2$ (50 ptos.)	40	20	
	$B_3$ (50 ptos.)	100	50	
C (450 ptos.)	$C_1$ (50 ptos.)	60	30	280
	$C_2$ (100 ptos.)	50	50	
	$C_3$ (100 ptos.)	20	20	
	$C_4$ (200 ptos.)	90	180	
			Resultado Global ---→	660

Tabla 2: Ejemplo del procedimiento para asignar puntajes en una evaluación del tipo de los premios

La Tabla 3 contiene un ejemplo de criterios y factores que podrían corresponder a los de la Tabla 2 para el caso de un procedimiento de evaluación de sucursales de una empresa de comidas rápidas. Este ejemplo se toma teniendo en cuenta que este tipo de empresas suele establecer rigurosas especificaciones de calidad de servicio a cumplir en los locales. Su incumplimiento puede representar la pérdida de la franquicia a los dueños de locales que no se ajustan a los parámetros establecidos.

Sin embargo, no todos los requisitos establecidos tienen forzosamente el mismo peso. Este sistema de evaluación, sumado a un buen procedimiento para establecer los puntajes teóricos es una buena solución para establecer una relación transparente entre el que otorga y el que obtiene la franquicia. El conocimiento de estos puntajes permite planificar los proyectos de mejora sabiendo siempre cuál de las falencias pesa más sobre los resultados y cuál proyecto puede contribuir más a mejorar los futuros resultados de las evaluaciones.

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Criterio	Factor
A: Atención rápida	A <sub>1</sub> : en el cobro
	A <sub>2</sub> : en la entrega de la comida
B: Accesibilidad al local	B <sub>1</sub> : disponibilidad de estacionamiento
	B <sub>2</sub> : cercanía a paradas de colectivos y subterráneos
	B <sub>3</sub> : cercanía a un centro comercial
B: facilidad de comunicaciones para los clientes	C <sub>1</sub> : centro de atención telefónica
	C <sub>2</sub> : correo electrónico
	C <sub>3</sub> : página Web
	C <sub>4</sub> : buzones de sugerencias y franqueo gratuito para envíos postales

Tabla 3: Ejemplo de criterios y factores

Un ejemplo de aplicación de estos puntajes en una toma de decisiones es la evaluación de proyectos alternativos para decidir a cuál se va a priorizar.

Supongamos que se desea establecer un orden de prioridad entre tres proyectos alternativos ( $P_1$ ;  $P_2$  y  $P_3$ ). Un método de priorización podría ser establecer en qué medida contribuye cada proyecto a mejorar un factor específico, asignando a cada comparación puntajes que reflejen dicha contribución, por ejemplo 1, 3 y 9 puntos respectivamente para ninguna contribución, para una contribución moderada y para una contribución fuerte (suponiendo que no hay impactos negativos en ningún caso). La Tabla 4 muestra los resultados de un caso hipotético, en el cual el primer proyecto obtiene el mayor puntaje, el tercer proyecto obtiene un puntaje un poco menor y el segundo un resultado significativamente más bajo. La decisión final debería tener en cuenta estos resultados, aunque no forzosamente implica tomar la primera alternativa, pues todo modelo tiene sus limitaciones y siempre pueden existir elementos de juicio que no formen parte del mecanismo de priorización.

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Criterio	Factor	Proyecto 1		Proyecto 2		Proyecto 3	
		Contrib.	Puntos	Contrib	Puntos	Contrib	Puntos
A (400 ptos.)	$A_1$ (100 ptos.)	1	100	3	300	9	900
	$A_2$ (300 ptos.)	1	300	3	900	9	2700
B (150 ptos.)	$B_1$ (50 ptos.)	3	150	9	450	1	50
	$B_2$ (50 ptos.)	3	150	9	450	1	50
	$B_3$ (50 ptos.)	3	150	9	450	1	50
C (450 ptos.)	$C_1$ (50 ptos.)	9	450	1	50	3	150
	$C_2$ (100 ptos.)	9	900	1	100	3	300
	$C_3$ (100 ptos.)	9	900	1	100	3	300
	$C_4$ (200 ptos.)	9	1800	1	200	3	600
			4900		3000		4200

Tabla 4: Ejemplo de procedimiento para priorizar proyectos utilizando los puntajes teóricos de cada factor

Ya se ha visto la utilidad de disponer de un conjunto de puntajes teóricos asociados al conjunto de requisitos, criterios o atributos cuyo cumplimiento se evalúa o se quiere mejorar. El trabajo se ha basado en el desarrollo de tres mecanismos para obtener dichos puntajes cumpliendo con las necesidades que se han expresado anteriormente en el presente trabajo.

- La sección 2.1 describe la aplicación de Matrices de Priorización . Dentro de dicha sección, en el punto 2.1.2, se propone un método analítico para el cálculo de los puntajes finales de cada atributo en función del establecimiento previo de un número de lotes en los cuales se quiere dividir y agrupar los puntajes obtenidos.
- La 2.2.1 desarrolla el proceso para la ponderación directa por consenso grupal.
- La 2.2.2 presenta el método Delphi para la ponderación.

## 2.1 Metodología para la Ponderación de los Atributos mediante Matrices de Priorización

El método adoptado se desarrolla en los siguientes pasos (ver Tabla 6, página 45):

- a) **Establecimiento de un listado de atributos**, factores o requisitos a los cuales se les quiere asignar puntajes teóricos ( $A_1; A_2; \dots A_n$ ).
- b) **Establecimiento del puntaje total** que se repartirá entre los mismos (T). En nuestro ejemplo, T=1000.
- c) **Construcción de una Matriz**. La Tabla 6 contiene en su parte central una matriz cuadrada, cuyas filas y columnas corresponden a los atributos. Los números en la primera fila y columna identifican a los mismos. En la segunda columna se pone una descripción sucinta (en forma optativa).
- d) **Establecimiento acerca de los criterios que se utilizarán para priorizar** cada pregunta respecto a las demás, como por ejemplo la importancia, urgencia, costo, impacto en la opinión pública.
- e) **Comparación de la prioridad de los atributos de las filas con los de las columnas**. Cada atributo representado en las filas se compara con los demás, identificados en las columnas. En nuestro ejemplo se compara la prioridad de la fila 1 (atributo 1) contra las columnas 2 a 4. El procedimiento se repite con las filas siguientes obviando las ya realizadas (se ubican a la izquierda de la diagonal).

Se asigna a las comparaciones un puntaje que corresponda a la importancia relativa del atributo de la fila respecto al de la columna con el criterio establecido en la Tabla 5. Al llegar a la última fila se ha completado la zona que se encuentra arriba y a la derecha de la diagonal de la matriz.

En cada matriz hay una diagonal en la cual no se hacen comparaciones, que es aquella en la que el número de fila es igual al de la columna, porque no tiene sentido la comparación. De este modo la matriz queda dividida en dos zonas triangulares, una situada arriba y a la derecha de la diagonal y otra abajo a la izquierda.

Dado que cada comparación de la zona superior derecha se repite en forma traspuesta en la otra zona, no es necesario repetir las comparaciones una vez realizadas en la zona superior derecha. Los valores en la otra se calculan de la siguiente manera:

$A_{ji}=1/A_{ij}$ , donde  $A_{ij}$  es el resultado de la comparación realizada para la celda de la fila  $i$  y columna  $j$  (ubicada en la zona superior derecha) utilizando los criterios establecidos en la Tabla 5 y  $A_{ji}$  es el resultado de dicha comparación, que resulta de transponer el número de fila y de columna de la anterior.

1 = Igualmente importante o preferido	
5 = Significativamente más importante o preferido	1/5 = Significativamente menos importante o preferido
10 = Extremadamente más importante o preferido	1/10 = Extremadamente menos importante o preferido

Tabla 5: Método de los Criterios Analíticos: Asignación puntajes a la importancia relativa en las Comparaciones por Parejas

- f) **Suma de los resultados de las comparaciones de cada fila** y expresión del resultado en la columna siguiente a la matriz ( $S_i$ ). Suma de los valores de la columna, colocando el resultado en la fila inferior a la matriz.

En el ejemplo de la Tabla 6,  $\sum_{i=1}^4 S_i = 32,9$  puntos.

- g) **Cálculo del puntaje teórico de cada atributo** en función de los totales de cada fila.

$$P_i = T \frac{S_i}{\sum_{i=1}^4 S_i}$$

Este puntaje, sin otro procesamiento, es el que corresponde utilizar para la priorización de cada uno de los atributos respecto a los demás. En el caso del ejemplo de la Tabla 6 el atributo número uno obtuvo la máxima prioridad con 486,3 puntos, seguido por el tres con 334,3 puntos, el cuatro con 164,1 puntos y el dos con 15 puntos. Con estos resultados quedó claro no sólo el orden de la prioridad, sino también su magnitud. Obsérvese que el atributo número dos obtuvo un puntaje muy inferior a los restantes, lo cual podría facilitar su eliminación de la lista.

- h) **Cálculo del puntaje final:** El puntaje teórico es en esta etapa ajustado a fin de garantizar su utilidad para sistemas de evaluación y para la priorización de proyectos en función de un conjunto de atributos o requisitos previamente definidos.

Es deseable que los puntajes se agrupen en un número de lotes razonable y que ninguno sea exageradamente alto o bajo respecto a los demás. Si esto sucediera podría distorsionarse la utilidad del sistema, debido a que desalentaría totalmente cualquier iniciativa que mejorara atributos subvaluados, llevando a priorizar sólo a los sobrevaluados.

El ajuste se puede realizar utilizando un método basado en el criterio de los especialistas que elaboran el sistema de evaluación, utilizando aproximaciones sucesivas, o mediante el uso de un método analítico. El desarrollado por el autor se describe en el punto 2.1.2, página 49 del presente trabajo.

ATRIBUTO O FACTOR PRIORIZAR		1	2	3	4	Suma ( $S_i$ )	Puntaje Teórico ( $P_i$ )	Puntaje Final ( $P_i$ )
1	(descripción 1)	---	10	1	5	16	486,3	485
2	(descripción 2)	1/10	---	1/5	1/5	0,5	15,3	15
3	(descripción 3)	1	5	---	5	11	334,3	330
4	(descripción 4)	1/5	1/5	5	---	5,4	164,1	170
$\Sigma$						32,9	1000	1000

Tabla 6: Ejemplo de matriz de priorización

### ***2.1.1 Influencia de la cantidad de atributos a priorizar en el número de comparaciones que deberán efectuarse.***

Antes de planificar el trabajo de priorización es conveniente evaluar si el esfuerzo requerido (tiempo, recursos) para procesar una matriz se justifica por el resultado que se pretende obtener. La forma más directa de obtener esta información es calcular el número de comparaciones que deberán realizarse.

Intuitivamente se puede afirmar que a mayor cantidad de atributos a evaluar, mayor será el número de evaluaciones a realizar. También se puede colegir que mayor será la complicación de agrupar, presentar e interpretar los datos resultantes del proceso. Sin embargo, es conveniente cuantificar el número de comparaciones: podemos encontrarnos con la necesidad de tomar decisiones acerca de las ventajas comparativas de analizar a un conjunto de atributos como a un único problema, desarrollándolo en una sola matriz, con respecto a la separación del listado en varias partes, cada una de ellas con su correspondiente matriz.

A continuación se desarrolla un método de cálculo para determinar el número de comparaciones requeridas en una priorización de este tipo.

Dado un problema que involucra a un conjunto de  $N$  atributos, mediante el método de matrices de priorización adoptado en el presente trabajo se deberá elaborar una matriz cuadrada de lado  $N$ , como puede verse en 2.1 c), página 43.

El número de comparaciones en la primera fila es igual  $N-1$ , pues se compara el atributo 1 contra los atributos 2 a  $N$ .

En la fila siguiente se compara el segundo atributo contra los numerados del 3 al  $N$ , con  $N-2$  comparaciones. En esta fila se excluye la comparación con el 1, puesto que ya se efectuó en la fila anterior (nótese que la comparación innecesaria quedó situada a la izquierda y debajo de la diagonal de la matriz).

El número de comparaciones se reduce sucesivamente en cada fila, hasta llegar a la fila  $N-1$ , en la cual se realiza una única comparación entre el atributo  $N-1$  y el  $N$ .

Como se ha visto en la página 43 en el punto 2.1 e), las casillas situadas a la izquierda de la diagonal se obtienen calculando la inversa del valor en la celda traspuesta.

De este modo, el número de comparaciones a realizar en cada matriz está dado por la expresión:

$$C = (N - 1) + (N - 2) + \dots + 2 + 1$$

Esta expresión es una serie aritmética cuyo resultado se puede representar como:

$$C = N \frac{(N-1)}{2}$$

En el caso de una matriz con diez atributos a comparar ( $N=10$ ), el número de comparaciones que deben realizarse es de:

$$C_{10} = 10 \left( \frac{10-1}{2} \right) = 45$$

Si duplicamos el número de atributos, tendremos

$$C_{20} = 20 \left( \frac{20-1}{2} \right) = 190$$

La relación entre el número de comparaciones de uno y otro caso da:

$$\frac{C_{20}}{C_{10}} = \frac{190}{45} = 4,22$$

En este caso, al aumentar al doble el número de atributos que se prioriza, se aumenta aproximadamente cuatro veces ( $2^2$ ) el número de comparaciones. Esto surge de considerar la expresión exacta para determinar la relación entre el número de comparaciones para distintos tamaños de matriz, que se obtiene del siguiente modo:

Si denominamos con  $N_1$  y  $N_2$  el número de atributos evaluados en las matrices números 1 y 2 respectivamente, y a  $k$  como su relación:

$$k = \frac{N_2}{N_1}$$

La relación entre números de comparaciones  $C_2$  y  $C_1$  requeridas para  $N_2$  y  $N_1$  respectivamente, es:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{N_2(N_2-1)}{N_1(N_1-1)}$$

Reemplazando a  $N_2$  por su valor en función de k:

$$\frac{C_2}{C_1} = k \left( \frac{N_1}{N_1} \right) \left( \frac{kN_1 - 1}{N_1 - 1} \right) = k \left[ \frac{k \left( N_1 - \frac{1}{k} \right)}{N_1 - 1} \right]$$

$$\frac{C_2}{C_1} = k^2 \frac{\left( N_1 - \frac{1}{k} \right)}{(N_1 - 1)}$$

Para  $N_2 = 20$  y  $N_1 = 10$ ,

$$\frac{C_2}{C_1} = 2^2 \left[ \frac{\left( 10 - \frac{1}{2} \right)}{10 - 1} \right] = 4 \left( \frac{9,5}{9} \right) = 4,22$$

que es el valor antes determinado.

Si el valor de k es alto se puede considerar que:

$$\left( N_1 - \frac{1}{k} \right) \approx N_1 \text{ y por lo tanto}$$

$$\frac{C_2}{C_1} = k^2 \left( \frac{N_1}{N_1 - 1} \right) = \frac{k^2}{\left( 1 - \frac{1}{N_1} \right)}$$

Si a su vez  $N_1$  es un número alto, se puede aproximar al denominador a 1 y la expresión se reduce a  $C_2/C_1 = k^2$

Observando el resultado de la comparación efectuada anteriormente, se observa que el valor que se obtiene con la expresión simplificada  $C_2/C_1 = 2^2 = 4$  presenta una diferencia de aproximadamente un 5% respecto al verdadero (4,22). Por ello, el autor recomienda utilizar para el cálculo la expresión simplificada, antes propuesta.

**2.1.2 Aplicación de un método analítico para la obtención de los puntajes finales de cada atributo.**

Tal como se adelantó en el punto 2.1 h) en la página 45, la asignación de los puntajes finales se puede hacer por consenso del grupo de trabajo o utilizando un método analítico.

Para desarrollar este método, supondremos que hemos realizado una priorización, obteniendo los puntajes teóricos que se indican en la siguiente tabla.

Atributo	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Puntaje Teórico	90	20	120	80	30	50	40	60	100

El procedimiento a utilizar consiste en los siguientes pasos:

- a) **Establecer el número de divisiones o lotes en los que se agruparán los puntajes.** En el ejemplo tomaremos cinco.
- b) **Calcular la amplitud de cada división o lote.** Se obtiene expresando el puntaje teórico máximo, el mínimo y el rango (máximo - mínimo); la amplitud de cada zona, como se indica en el ejemplo de abajo, se calcula como el cociente entre el rango y el número de divisiones.

Máximo	120
Mínimo	20
Rango	100
# Divisiones	5
Amplitud de cada zona	20

- c) **Dividir el rango abarcado por los puntajes en el número de divisiones establecido**, estableciendo para cada zona ponderaciones que van desde *muy baja prioridad* (zona de puntajes más bajos) hasta *muy alta prioridad* (la zona que contiene los mayores puntajes).

Número de Zona	Prioridad	Abreviatura	Rango de puntajes
1	Muy Baja	MB	$20 \leq p < 40$
2	Baja	B	$40 \leq p < 60$
3	Media	M	$60 \leq p < 80$
4	Alta	A	$80 \leq p < 100$
5	Muy Alta	MA	$100 \leq p$

- d) **Asignar a cada zona un factor de peso.** La escala varía desde 1 punto, para la zona correspondiente a atributos de *muy baja prioridad*, hasta 5 puntos para los de *muy alta prioridad*, según la siguiente tabla:

Prioridad	Factor de peso ( <i>f</i> )
MA	5
A	4
M	3
B	2
MB	1

En este caso se decidió que el número de zona coincidiera con el factor de peso para simplificar el método.

e) **Ordenar los atributos evaluados en función de los puntajes teóricos, en lista descendente.**

Atributo	C	I	A	D	H	F	G	E	B
Puntaje Teórico	120	100	90	80	60	50	40	30	20

f) **Establecer la cantidad de atributos que entran en cada división.**

Zona	Límites	Cantidad ( $n_i$ )
5	$100 \leq p$	2
4	$80 \leq p < 100$	2
3	$60 \leq p < 80$	1
2	$40 \leq p < 60$	2
1	$20 \leq p < 40$	2

g) **Armar la tabla para obtener los puntajes de cada pregunta.**

Factores de peso ( $f_i$ )	Cantidad de Ocurrencias ( $n_i$ )	Sumas ( $s_i$ )	Puntaje por pregunta ( $p_i$ )	Total por nivel
1	2	2	37	74
2	2	4	74	148
3	1	3	112	112
4	2	8	148	296
5	2	10	185	370
Sumatorias->	$N=9$	$S=27$		1000

La primera columna indica el factor de peso, que en este caso se hizo coincidir con el número de lote o división.

La segunda contiene la cantidad de atributos ( $n_i$ ) que corresponde a cada división, conforme al paso anterior (punto f). La suma de los  $n_i$  debe dar igual al número de atributos evaluados (en el ejemplo son 9 atributos).

La columna suma ( $s_i$ ) contiene los productos  $n_i f_i$ , que representan el peso total de ese nivel. La sumatoria de los mismos, que figura al pie de la columna con un valor  $S=27$ , es el factor total de peso ( $S$ ).

Siendo ( $T$ ) el puntaje total a repartir para los atributos valorados (en el ejemplo se ha adoptado 1000 puntos), el puntaje correspondiente a cada pregunta de factor de peso  $f_i$  es igual a:

$$p_i = f_i (T/S)$$

Por ejemplo, las preguntas con  $f_i = 2$  tendrán, para  $T = 1000$ , un puntaje de  $2 (1000/27) = 74$  puntos.

La columna siguiente indica el puntaje total acumulado por las preguntas de cada nivel. Este dato resulta de interés para saber qué parte del total evaluado se va en preguntas muy importantes o triviales y determinar si puede haber quedado desbalanceada la distribución de puntajes.

## 2.2 Métodos de Ponderación Directa de los Atributos y Prorratio del Puntaje

El método se basa en la siguiente secuencia:

- Establecer el puntaje total a repartir entre todos los atributos ( $T$ ).** En nuestro ejemplo adoptaremos  $T=1000$ .
- Decidir la cantidad de niveles en que se dividirán las prioridades, con su descripción.** Para el ejemplo adoptamos tres niveles: baja, media y alta prioridad  $[B,M,A]$ .
- Definir para cada atributo su nivel de prioridad.**

En nuestro caso priorizamos los atributos  $A_1$  al  $A_7$ , obteniendo los siguientes resultados:

Atributo ( $A_i$ )	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$
Nivel de Prioridad	A	B	M	M	A	B	B

Es en este paso en el cual se deciden los dos caminos alternativos que se describen en los puntos 2.2.1 (Ponderación directa por consenso grupal) y 2.2.2 (Ponderación directa utilizando el método de Delphi), por lo cual se debe entender que esas dos herramientas son utilizados como parte de un proceso más amplio.

- Asignar a cada nivel de prioridad un factor de peso  $f_i$ .** A mayor prioridad corresponderá un factor de peso mayor.

En nuestro caso asignamos uno, dos y tres puntos  $[1,2,3]$ , para los niveles B, M y A, pero podíamos haber establecido ternas tales como  $[1,2,4]$  o  $[3,4,5]$ .

- Calcular el puntaje de cada atributo.** Si se deben repartir  $T$  puntos entre todas las preguntas, el puntaje obtenido por cada atributo ( $p_i$ ) se establece por la expresión:

$$p_i = f_i \left( \frac{T}{\sum_1^n f_i} \right) \quad \text{siendo } n \text{ el número de atributos que están siendo priorizados.}$$

En el ejemplo (Tabla 7) el puntaje del atributo número 1 resulta ser

$$p_1 = f_1 \left( \frac{1000}{\sum_1^7 f_i} \right) = 3 \left( \frac{1000}{3+1+2+2+3+1+1} \right) = 3 \left( \frac{1000}{13} \right) \cong 230$$

Calculando los restantes puntajes se completa la tercera fila de la Tabla 7:

Atributo	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>
Factor de peso (f <sub>i</sub> )	3	1	2	2	3	1	1
Puntaje Asignado (p <sub>i</sub> )	230	77	154	154	230	77	77

Tabla 7: Ejemplo de Asignación de puntajes mediante ponderación directa

Una prueba sencilla para detectar eventuales errores de cálculo, es verificar si la suma de los puntajes individuales totaliza T (1000 puntos en el caso del ejemplo). Esto se demuestra mediante la expresión:

$$\sum_1^n p_i = \frac{P \sum_1^n f_i}{\sum_1^n f_i} = P$$

### 2.2.1 *Ponderación directa por consenso grupal*

En el punto 2.2 c), se expresó la necesidad de establecer los niveles de prioridad de cada atributo. Analizaremos aquí el método de ponderación por consenso, que consiste en los siguientes pasos:

- a) **Integración del grupo de especialistas.** Ese grupo estará conformado por un número de personas necesario y suficiente para establecer dichas prioridades. Ellas deberán tener conocimientos teóricos y prácticos sobre los temas abarcados, además de la responsabilidad y autoridad para cumplir con su trabajo. El grupo no debería superar las seis a diez personas para poder trabajar con eficiencia.
- b) **Información acerca de las características del trabajo.** Se deberá poner al tanto al grupo sobre la técnica que se va a aplicar y el propósito de la tarea. Será también necesario y brindar tiempo suficiente para el estudio del listado de atributos que se van a priorizar, realizando las aclaraciones que sean necesarias.

Entre los asuntos que se deben enunciar se encuentran la cantidad de niveles en que se dividen las prioridades, los formularios utilizados y las responsabilidades de cada participante, tales como la coordinación, el control del tiempo, la confección del acta y otros roles eventuales.

- c) **Calificación individual de los atributos.** Cada participante deberá recibir un formulario que contenga el listado de los atributos, junto con una columna destinada a asentar el nivel de prioridad que asigne a cada uno de ellos. Pueden reservarse otras columnas para anotar los puntajes promedios, máximos, mínimos y, a posteriori, el de consenso.

La votación individual puede manejarse en forma anónima o nominal, siendo una ventaja de la primera la despersonalización del tratamiento posterior, disminuyendo la tendencia a defender o justificar la posición propia como una cuestión de orgullo profesional.

- d) **Obtención de un resultado consensuado.** En esta etapa el coordinador deberá presentar los resultados individuales y requerir a los participantes la fundamentación de las posiciones que no coinciden. Finalmente deberá ayudar al grupo a obtener un resultado consensuado para cada atributo, el cual será considerado como resultado final del proceso.

- e) **Evaluación de los resultados.** Una vez finalizada la etapa de consenso deberá analizarse la consistencia de los resultados con un proceso de consenso correctamente realizado.

Esta revisión involucra la comparación de los resultados individuales con los consensuados para detectar posibles anomalías en el proceso siguiente. Algunas anomalías típicas que pueden detectarse son:

- *Los resultados consensuados resultan sesgados.* Puede ocurrir que durante la discusión prevalezcan las posiciones duras o las blandas sobre las que sopesan cada atributo en particular. Esto debe evitarse porque elimina el poder de discriminación del método.
- *Los resultados consensuados corresponden a la media de los votos.* Quizás el grupo confunda consenso con promedio. Esto es incorrecto pues elimina el razonamiento de la decisión en pro de una rápida obtención del resultado. El efecto es similar al anterior, con un bajo poder de discriminación.
- *Los resultados son influidos fuertemente por lo presentado por uno de los participantes.* En este caso, puede más la fuerza argumental de una persona que la del resto del grupo, con el peligro de que la retórica prevalezca sobre el razonamiento. Cuando se presentan este tipo de situaciones, es crítica la capacidad del coordinador para lograr un nuevo consenso que garantice el equilibrio de fuerzas en el grupo.

### 2.2.2 Ponderación directa utilizando el método de Delphi

El método de Delphi se diferencia del método anterior en los siguientes aspectos:

- **Se apela a gran número de expertos.** La prioridad de cada atributo se obtiene a través de una calificación consensuada entre un gran número de expertos (en lo posible veinte o más participantes).
- **Los expertos no se reúnen para efectuar la tarea.** La falta de contacto no es vista como un problema, sino como un efecto deseado para evitar la influencia mutua entre los participantes.
- **El resultado se obtiene con una fuerte contribución estadística.** El método incluye el uso de una herramienta estadística que permite obtener un resultado único para cada atributo.

La secuencia adoptada para la ponderación del nivel de prioridad de cada atributo es la siguiente:

- 1) **Elaboración del cuestionario.** Debe prepararse un cuestionario que por una parte sirva a quienes vayan a ser consultados como aclaración sobre el objetivo de la tarea y en qué consiste la misma. Una mala formulación sobre los criterios a utilizar para la priorización o las herramientas utilizadas puede llevar a respuestas incorrectas.

El cuestionario debe incorporar el estudio del listado de atributos que se van a priorizar, en forma de formulario, de modo de permitir el completado fácilmente, con el nivel de prioridad que se asigna a cada atributo.

Se debe enunciar con claridad la cantidad de niveles de prioridad con que se debe trabajar y el significado de cada uno. Se debe igualmente enfatizar la necesidad de tratar de discriminar la valoración de atributos lo más posible, tratando de utilizar todos los niveles disponibles.

Como consideración final para esta etapa, es preciso entender que si no se formula bien el cuestionario, todas las etapas posteriores, por mejor que se las resuelva, darán un resultado incorrecto en la encuesta.

- 2) **Selección de los expertos.** Debe ponerse mucho cuidado en las cualidades de las personas consultadas, pues la calidad del trabajo depende en gran medida de su idoneidad, responsabilidad en el trabajo y disposición a colaborar.

3) **Envío del cuestionario.** Esta tarea se ve actualmente facilitada por la disponibilidad de medios electrónicos de comunicación. Estos permiten bajar los costos y los tiempos de respuesta con respecto a los que insume el uso del correo convencional. En el caso del uso de documentos electrónicos, debe contemplarse la necesidad de utilizar formatos accesibles a los usuarios. Es necesario verificar la correcta recepción por todos los expertos.

Cada especialista debe ser consultado separadamente, sin interacción con los restantes, para evitar cualquier tipo de influencias que pudieran desviar las respuestas de los demás. Lo específicamente buscado en un método de consenso, como el desarrollado en el apartado anterior, en este caso es indeseable.

Tomando como ejemplo la priorización de una serie de programas para mejorar el servicio de atención al cliente en la empresa de comidas rápidas, la encuesta tendría un aspecto similar al de la Tabla 8, si definiéramos cinco niveles de prioridad (MB: muy baja; B: baja; M: media; A: alta; MA: muy alta).

Atributo		Prioridad				
		MB	B	M	A	MA
1	Capacitación					
2	Informatización					
3	Procedimientos					
4	Encuesta de Expectativas					
5	Manejo de Quejas					

Tabla 8: Ejemplo de Planilla de Relevamiento

#### 4) Recopilación de los datos

A medida que se reciben las respuestas, se debe verificar que estén completas y analizar su contenido para verificar la ausencia de posibles malas interpretaciones de la consigna, del vocabulario o de los criterios de priorización. Si no se encontraran algunas respuestas se debería solicitar las faltantes. En el caso de que surgieran potenciales problemas de interpretación, es conveniente verificar si esta situación existe, antes de incorporar los resultados en los cómputos.

En esta etapa el autor recomienda armar una planilla en la cual se colocan estos datos. Para el ejemplo anterior tendría la siguiente forma:

Requisito	1	2	3	4
Experto				
Experto 1	MA	A	M	B
Experto 2	MA	A	A	M
Experto 3	M	M	M	MA
Experto 4	MA	A	M	MB

Tabla 9: Ejemplo de Planilla de Cómputo de las Votos

En la tabla se coloca por cada experto la valoración que ha hecho de cada atributo, con las siglas asignadas (o un número que corresponda al peso de cada una).

**5) Construcción de una tabla de frecuencias.**

Se debe armar una tabla en la cual se indica, para cada atributo, la cantidad de votos que ha obtenido cada nivel de prioridad. La misma se denomina Tabla de Frecuencias (ver Tabla 10).

	ATRIBUTO			
	1	2	3	4
MB	0	0	0	1
B	0	0	0	1
M	1	1	3	1
A	0	3	1	0
MA	3	0	0	1
Votos	4	4	4	4

Tabla 10: Ejemplo de Tabla de Frecuencias

Para los pasos siguientes, al autor le resultó más conveniente trasponer la matriz, obteniendo una similar a la de la Tabla 11; sin embargo la orientación de las matrices es una decisión que no afecta a los procesos de cálculo.

Requisito	NIVEL DE PRIORIDAD					Total
	MB	B	M	A	MA	
1	0	0	1	0	3	4
2	0	0	1	3	0	4
3	0	0	3	1	0	4
4	1	1	1	0	1	4

Tabla 11: Ejemplo de Tabla de Frecuencias (traspuesta)

**6) Construcción de una tabla de frecuencias acumuladas**

En base a los datos de la tabla de frecuencias, se arma otra en la cual cada celda contiene el valor de su frecuencia más la acumulada por los anteriores niveles de prioridad. Corresponde a la función de probabilidad acumulada  $F$ .

Las expresiones son:

$$F_{i,1} = f_{i,1} \quad \text{para la primera columna (en el ejemplo la de nivel de prioridad MB)}$$

$$F_{i,j} = f_{i,j} + F_{i,j-1} \quad \text{para las columnas siguientes.}$$

$i$  = número de fila (o sea el atributo evaluado).

$j$  = número de columna (o sea nivel de prioridad).

$f_{i,j}$  = frecuencia correspondiente al el atributo  $i$  y el nivel de prioridad  $j$ .

$F_{A_{i,j}}$  = frecuencia acumulada o función de probabilidad acumulada para el atributo  $i$  y el nivel de prioridad  $j$ .

Siguiendo con el ejemplo, la tabla quedaría en la forma:

Requisito	NIVEL DE PRIORIDAD				
	MB	B	M	A	MA
1	0	0	1	1	4
2	0	0	1	4	4
3	0	0	3	4	4
4	1	2	3	3	4

Tabla 12: Ejemplo de Tabla de Frecuencias Acumuladas

En esta tabla, la última columna correspondiente a los niveles de prioridad contiene una frecuencia acumulada igual al número de votos emitidos para el atributo (no siempre los expertos votan todos los atributos).

### 7) Construcción de la Tabla de Frecuencias Relativas Acumuladas

Las frecuencias relativas acumuladas se definen como el cociente de las frecuencias acumuladas y el número de datos. Se asocian estos valores a la función de distribución de una función normal estándar  $F(z)$ .

$F_{ij} = F(z_{ij})$  = frecuencia relativa acumulada o función de probabilidad acumulada para el atributo  $i$  y el nivel de prioridad  $j$ .

$I$  = número de fila (o sea el atributo evaluado).

$J$  = número de columna (o sea nivel de prioridad).

Se obtiene una tabla como la siguiente:

	Nivel de Prioridad			
Requisito	MB	B	M	A
1	0,00	0,00	0,25	0,25
2	0,00	0,00	0,25	1,00
3	0,00	0,00	0,75	1,00
4	0,25	0,50	0,75	0,75

Tabla 13: Ejemplo de tabla de Frecuencias Relativas Acumuladas

Nótese que se ha eliminado la última columna pues todos los valores de  $F_{ij}$  son en ella iguales a 1.

### 8) Construcción de la tabla final: asignación de las prioridades.

Tal como se ha mencionado, el método asume a los datos de la Tabla de Frecuencias Relativas acumuladas como los valores de una función de distribución  $F(z)$  correspondiente a una distribución normal estándar.

En este paso, se obtienen para cada celda de la tabla anterior los valores de  $z$  correspondientes, haciendo uso de las tablas estadísticas pertinentes, ingresando a las mismas con el valor de la probabilidad  $F(z)$  y obteniendo el valor correspondiente de  $z$  para dicha probabilidad.

Cabe mencionar que es preciso explicitar qué se hace con la asignación de valores para  $z$  cuando  $F(z_{ij})=0$  ó  $F(z_{ij})= 1$ , pues para esos valores  $z$  tiende a infinito.

Analizando los datos de un ejemplo incluido en sus apuntes, el autor observó que se asignaba un valor de  $z=3,49$  cuando  $F(z_{ij})= 1$ . Por simetría, el autor del presente trabajo adoptó un valor de  $z=-3,49$  para  $F(z_{ij})=0$ . Con estos valores, hay una probabilidad de 0,05% de que los valores reales de  $z$  se encuentren por fuera de la hipótesis planteada.

La Tabla 14 contiene, en las celdas con fondo gris, los valores de  $z_{i,j}$ , para el ejemplo desarrollado, siendo  $i$  el número de fila (el requisito o atributo) y  $j$  el nivel de prioridad.

Requisito (i)	NIVEL DE PRIORIDAD (j)				Suma ( $S_i$ )	Promedio ( $P_i$ )	N-P ( $R_i$ )	Clasificación
	MB	B	M	A				
1	-3,49	-3,49	-0,67	-0,67	-8,33	-2,08	1,35	A
2	-3,49	-3,49	-0,67	3,49	-4,16	-1,04	0,31	A
3	-3,49	-3,49	0,67	3,49	-2,82	-0,70	-0,03	M
4	-0,67	0,00	0,67	0,67	0,67	0,17	-0,90	M
Puntos de Corte $C_j$	<b>-2,79</b>	<b>-2,62</b>	<b>0,00</b>	<b>1,75</b>	<b>-14,63</b>			
<b><math>N= -0,73</math></b>								

Tabla 14: Ejemplo de Asignación de Resultados de la Priorización

La columna titulada Suma ( $S_i$ ) contienen el resultado de la suma del los valores de  $z$  de la fila correspondiente  $S_i = \sum_{j=1}^{m-1} z_{ij}$ , siendo  $m$  el número de niveles en los que se clasifican las prioridades (hay que recordar que en la Tabla 14 hay cuatro columnas (una menos que el número total de niveles de prioridad:  $m = 5$ ).

La columna denominada Promedio ( $P_i$ ) contiene la media de los valores de  $z$  de la fila:

$$P_i = \frac{1}{m-1} \left( \sum_{j=1}^{m-1} z_{ij} \right). \text{ En este caso } P_i = \frac{1}{4} \left( \sum_{j=1}^4 z_{ij} \right)$$

La variable  $N$  se define como:

$$N = \frac{1}{m \times n} \left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m z_{i,j} \right)$$

Siendo  $n$  el número de atributos priorizados y  $m$  el número de niveles de prioridad.

El valor de  $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m z_{i,j}$  corresponde a la celda con recuadro en doble línea y fondo gris que se encuentra bajo la columna  $S_i$

En nuestro caso, los atributos priorizados son  $n=4$  y los niveles de prioridad tenidos en cuenta son  $m=5$ , con lo cual la expresión para el ejemplo es:

$$N = \frac{1}{5 \cdot 4} \left( \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 z_{i,j} \right) = \frac{-14,63}{20} = -0,73$$

La columna  $R_i$ , surge de la expresión  $R_i = N - P_i$

La fila  $C_j$ , con recuadro en líneas dobles y fondo blanco, contiene los valores medios de los  $z$  obtenidos para cada nivel de prioridad:

$$C_j = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n Z_{i,j} \right)$$

Estos valores se definen como los Puntos de Corte de los niveles de prioridad.

La última columna contiene el nivel de prioridad adjudicado por el método Delphi para cada atributo, en base a los votos obtenidos.

La metodología utilizada para definirlo es comparar el valor de cada  $R_i$  con los puntos de corte, según el siguiente esquema:

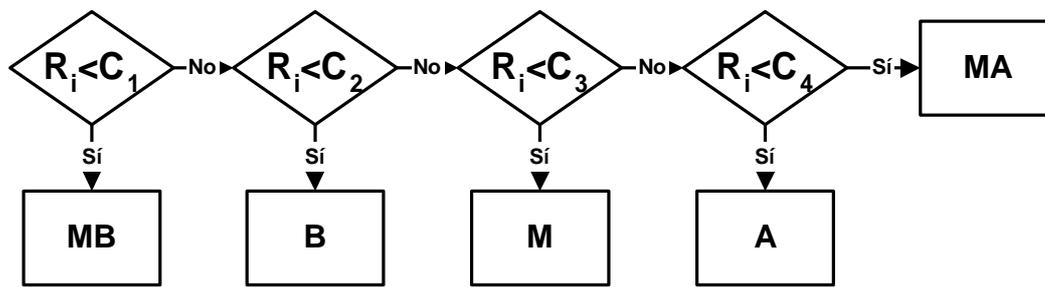


Ilustración 7: Criterio de Asignación de Niveles de Prioridad en el Método de Delphi

Finalmente, hemos arribado entonces a un resultado mediante un método que puede ser automatizado mediante planillas electrónicas, por lo cual es eficiente y reproducible.

### 3 DESCRIPCIÓN DE LAS EXPERIENCIAS REALIZADAS

Tal como se mencionó anteriormente, el autor del presente trabajo fue el responsable de conducir las experiencias que se describen en este informe, incluyendo la capacitación de los miembros del CoCaLab en las características de las herramientas utilizadas. Se encargó también de la adaptación de las mismas al propósito establecido.

En esta sección se detallan los trabajos realizados y los resultados operativos obtenidos. En el capítulo V se describen los resultados finales y las conclusiones del autor.

#### 3.1 APLICACIÓN DE MATRICES DE PRIORIZACIÓN

Las tareas descritas en este punto fueron realizadas con la participación de los miembros del CoCaLab. Cabe mencionar que hubo cambios en la composición de dicho Comité, en las tareas descritas en el punto 3.1.1 (Aplicación de las matrices de priorización al procedimiento del CoCaLab) con respecto a las tareas correspondientes al 3.1.2 (aplicación de la misma herramienta a los requisitos de la ISO 17025). Dichas modificaciones no tuvieron incidencia sobre el producto del trabajo, dado que las personas que eran incorporadas recibían la capacitación necesaria para poder participar activamente con eficacia y eficiencia.

La metodología aplicada se desarrolla en el punto 2.1 (página 43) del presente capítulo.

##### 3.1.1 *Aplicación de Matrices de Priorización al Procedimiento del CoCaLab*

El procedimiento del CoCaLab contenía once listas de verificación: la primera era una nómina de diez atributos generales a evaluar y las restantes desarrollaban los requisitos que correspondían a cada atributo. Por ejemplo, al atributo Organización (ver Tabla 16 en página 72) le correspondían diez requerimientos (ver Tabla 17 en página 76).

Antes de iniciar el trabajo debió optarse entre alternativas operativas que se describen a continuación:

⇒ **Primera alternativa:** *comparar directamente las prioridades de todos los requisitos específicos*, obteniendo puntajes que tuvieran en cuenta todas esas comparaciones. El puntaje de cada atributo general surgía en esta alternativa como suma de los puntajes individuales de los requisitos que les correspondían.

Se descartó esta opción debido a que requería **5778** comparaciones (ver Tabla 15) al generarse una matriz de 108 filas y columnas (en el punto 2.1.1 del presente capítulo está desarrollado el procedimiento de cálculo), lo cual podría acarrear complicaciones en el análisis.

Matriz #	Tema de la Matriz	Nro. de Atributos	Cantidad de Comparaciones
1	Requisitos Generales	10	45
2	Organización	10	45
3	Sistema de la Calidad	20	190
4	Personal	8	28
5	Locales y Medio Ambiente	10	45
6	Equipos y Materiales de Referencia	10	45
7	Trazabilidad	10	45
8	Métodos de Calibración	10	45
9	Manipuleo	5	10
10	Archivos, certificados e informes	10	45
11	Subcontrataciones	5	10
Sumas---->		<b>108</b>	<b>553</b>
Comparaciones con una sólo matriz-->			<b>5778</b>

Tabla 15: Cantidad de comparaciones a realizar en las dos alternativas evaluadas

⇒ **Segunda alternativa:** *dividir el proceso en dos etapas*, la primera de ellas consistente en la asignación de puntajes a cada capítulo, de modo que existiera una ponderación de su importancia para el modelo establecido en el procedimiento del CoCaLab. Esto representaría la necesidad de comparar cada capítulo con los restantes con una matriz de 10x10. La segunda etapa fue el desarrollo de una matriz de priorización para cada capítulo distribuyendo los puntajes asignados en el paso anterior a los requisitos específicos correspondientes.

Como puede observarse en la Tabla 15, el número total de comparaciones requerido por este método (indicado en la zona recuadrada con línea gruesa) es de 553, o sea menos del 10% del esfuerzo que requeriría comparar los requisitos específicos entre sí como un solo conjunto inseparable.

La primera alternativa quedó descartada no sólo por la diferencia de esfuerzos requerida, sino también para evitar el tratamiento conjunto de requisitos específicos cuya comparación carecía de sentido y relevancia.

Con respecto a los pasos establecidos en el punto 2.1 (página 43), se han cumplido con las siguientes condiciones y resultados:

- a) **Listados de atributos.** El primer listado de atributos es el correspondiente a los requerimientos generales fijados por el procedimiento del CoCaLab para los laboratorios de ensayos y calibraciones. La Tabla 16 (página 72) contiene la matriz de los diez criterios generales, los cuales se describen sucintamente en la columna correspondiente.

A cada uno de esos requisitos generales les correspondía una lista de verificación en la cual se desarrollaban los requisitos específicos correspondientes. Las Tablas correspondientes transcriben las listas.

- b) **Establecimiento del puntaje total a repartir.** Se adoptó un total de 1000 puntos como máximo ideal, en forma similar a la de los Premios Nacionales a la Calidad.
- c) **Construcción de las Matrices.** El autor elaboró las mismas utilizando el programa Excel de planillas electrónicas. Se desarrollaron ecuaciones de transposición matricial para minimizar la probabilidad de errores de transcripción y facilitar las tareas de llenado en la zona situada a la izquierda de la diagonal, de acuerdo a lo establecido en el punto 2.1 e) de la página 43.
- d) **Criterios para priorizar.** Los miembros del CoCaLab tomaron en cuenta para comparar las prioridades los siguientes factores:

⇒ Importancia del atributo.

⇒ Factibilidad de su realización (o dificultad de implementarlo).

⇒ Costos de implementación.

⇒ Posibles relaciones de precedencia requeridas.

⇒ Relación con la cultura de la organización. En este punto se evaluaba si había dificultades potenciales relacionadas con la necesidad de cambiar hábitos de trabajo propios de los laboratorios.

⇒ Existencia de resultados y experiencia en el tema a nivel de los laboratorios de la institución. Recordando que este ejercicio se planteó en el contexto de un laboratorio que debe desarrollar su sistema de calidad a partir de lo que tiene en el momento, se plantea en este criterio que un buen punto para comenzar es por aquellas cosas que configuran las fortalezas del laboratorio, consolidando las mismas y completando los detalles faltantes. En estos casos es esperable que con pocos recursos se consigan buenos resultados.

Otra ventaja de esta visión es que la obtención de resultados en el corto plazo podría estimular a los involucrados en un programa de desarrollo de un sistema de calidad a continuar con las fases posteriores del proyecto.

Cabe mencionar que esta es una visión del CoCaLab que puede enfrentarse a otra posición filosófica que es la de poner en el primer lugar de la lista de tareas por hacer aquéllas en las que se presentan las debilidades, para en un plazo breve no tener nada en muy malas condiciones. El autor considera que esto puede generar un laboratorio mediocre, es decir que no se destaque positiva o negativamente en nada respecto del resto.

**e) Comparación de prioridades de los atributos.**

Este proceso insumió mucho tiempo y esfuerzo, debido a que para realizar las comparaciones era necesario:

- *Leer detenidamente el contenido de cada requisito a los miembros del CoCaLab.* Debía quedar en claro qué era exactamente lo que se estaba comparando.
- *Permitir que cada uno expresara su opinión individual sobre el resultado de la comparación.* Esta etapa era de rápida ejecución, pues sólo consistía en manifestar la primera impresión de los participantes.
- *Buscar el consenso.* Si no había coincidencia en las opiniones individuales, se pasaba a una etapa de argumentación con defensa de las distintas posiciones, hasta lograr un acuerdo unánime sobre el resultado.

Luego de muchas experiencias se llegó a la conclusión de que cuando no se lograra el consenso sobre el atributo prioritario en una comparación, se adjudicaba un resultado de 1 (igualmente prioritario) a la misma. Esto no se hizo para ahorrar tiempo, sino porque se descubrió que en todos los casos en los que la discusión sobrepasó cierta cantidad de tiempo, finalmente los resultados fueron empates.

De todos modos el autor no está sugiriendo la adopción de esta conclusión como aplicable en forma universal. Cada grupo debe encontrar su propia dinámica de trabajo y sólo adoptar conclusiones del tipo de la mencionada cuando se tenga claro que no alteran el resultado del consenso.

**f) Suma de los resultados de las comparaciones de cada fila**

El proceso se realizó manualmente en las reuniones y los resultados se verificaron posteriormente en planilla electrónica .

**g) Cálculo del puntaje teórico de cada atributo**

Se realizó bajo las mismas condiciones que el paso anterior.

**h) Cálculo del puntaje final**

Tal como fue indicado en el punto 2.1 h) en la página 45, en la columna denominada  $p_i$  los miembros del CoCaLab hicieron un ajuste a los puntajes teóricos, tratando de redondear los resultados y armar lotes con los criterios que tenían resultados cercanos. Se trataba de obtener un número de lotes tal que proporcionara más claridad al orden de importancia de cada criterio o factor. De hecho, el método no tiene tanta precisión como la que surge del cálculo teórico, debido a que se parte de comparaciones subjetivas.

En algunos casos esa operación resultó satisfactoria, pero en otros se consideró conveniente realizar un nuevo reajuste de los puntajes en función de que algunos factores se consideraron calificados por encima o debajo de su real prioridad. Esto no significaba fallas en el método, sino que daba un espacio a la experiencia y conocimiento del grupo de especialistas que, al haber realizado un profundo análisis de todos los atributos y ante los resultados obtenidos, podía reconsiderar parcialmente los mismos, ajustándolos para una mayor corrección, utilidad o simplicidad de aplicación. Cuando se producían estas correcciones finales se dejaban registrados los resultados del primer ajuste en una columna intermedia identificada como primera tentativa.

El proceso de cálculo se verificaba cuando el autor del presente trabajo transcribía los resultados de las comparaciones en las planillas electrónicas que había elaborado y enviaba las copias a los miembros del CoCaLab para que expresaran si estaban satisfechos con el resultado. De hecho, en todos los casos, el segundo ajuste a los puntajes se producía luego de la etapa de análisis individual de los resultados volcados en las planillas electrónicas, debido a la mayor claridad de la presentación y a la disponibilidad de tiempo entre reuniones, de forma tal que los miembros del equipo pudieran reflexionar y madurar sus opiniones.

### 3.1.1.1 Resultados operativos

#### 3.1.1.1.1 Matriz de Requisitos Generales

La primera matriz que se analizó fue la correspondiente a los Requisitos Generales (Tabla 16, página 72). Nótese que en la primera fila se comparó la importancia de la Organización (Criterio 1) con respecto a los otros Criterios, resultando, desde el punto de vista del CoCaLab, que el Criterio de Organización era extremadamente menos importante que el contar con: un sistema establecido (Criterio 2); personal con las capacidades y habilidades necesarias (Criterio 3); equipos que cumplieran los requerimientos (Criterio 5); trazabilidad en las mediciones (Criterio 6) y correcta manipulación de los artículos (Criterio 8), por lo cual en cada una de las casillas correspondientes de esa fila se adjudicaron 0,1 puntos.

Consistentemente con dichos puntajes, la misma relación en las filas 2, 3, 5, 6 y 8 obtuvo 10 puntos, pues cada uno de esos criterios resultaba extremadamente más importante que el Criterio 1.

La celda 1-7, en la que se comparó la importancia de la Organización con respecto a la de los Métodos de Calibración, dio 1/5 puntos (0,2) pues la Organización se consideró significativamente menos importante que los Métodos de Calibración.

Las celdas 1-4, 1-9 y 1-10 dieron 1 punto cada una, porque se estimó de igual importancia que cumplir los requisitos de Organización el cumplir los de Locales, Informes y Reclamos.

Al analizar los resultados en los puntajes teóricos, surgió claramente clasificado como atributo prioritario de un Laboratorio de Ensayos y Calibración, el personal que lo compone, con un 20% del puntaje total a repartir, seguido por el equipamiento y los métodos de calibración y la trazabilidad, cada uno de ellos con más de 15% del puntaje a repartir.

Debe notarse que el sistema produjo un solo empate en los puntajes teóricos, entre el atributo 5 (equipos) y el 7 (métodos de calibración). Los restantes requisitos generales tienen distintos puntajes entre sí, con una satisfactoria discriminación de prioridades.

En la primera tentativa por ajustar los puntajes para el sistema de evaluación, se armaron 4 lotes de 50, 100, 125 y 175 puntos.

El atributo "personal" quedó agrupado con "métodos de calibración" en el lote de 175 puntos. El CoCaLab ajustó hacia abajo el puntaje del primero y subió el del segundo para estimular en igual medida los temas que consideró como críticos para el éxito de un laboratorio.

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

En el segundo lote, con 125 puntos cada uno, quedaron agrupados los requisitos referidos al equipamiento del laboratorio y a la trazabilidad de las mediciones a patrones internacionales.

En el tercer lote, con 100 puntos cada uno, quedaron los requisitos del sistema de aseguramiento y los del manipuleo de muestras.

Debe notarse que en el ajuste se han eliminado los puntajes demasiado altos y bajos que se presentaban en el puntaje teórico. Tal criterio se aplicó, por ejemplo, para no subvaluar al requisito de organización y al del sistema de manejo de los reclamos.

Puntaje a repartir --->		1000													
Cap.	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum	Puntaje Teórico	Primera Tentativa	Puntaje Final
1	ORGANIZACIÓN	---	0,1	0,1	1	0,1	0,1	0,2	0,1	1	1	3,7	14,5	50	75
2	SISTEMA	10	---	0,2	0,2	0,1	1	1	1	0,2	10	23,7	93,1	100	100
3	PERSONAL	10	5	---	10	1	5	5	5	5	5	51	200,3	175	150
4	LOCALES	1	5	0,1	---	0,1	0,1	0,2	1	0,2	1	8,7	34,2	50	50
5	EQUIPOS	10	10	1	10	---	1	1	0,2	5	5	43,2	169,7	125	125
6	TRAZABILIDAD	10	1	0,2	10	1	---	1	1	5	10	39,2	154,0	125	125
7	MÉODOS DE CALIBRACIÓN	5	1	0,2	5	1	1	---	10	10	10	43,2	169,7	175	150
8	MANIPULEO	10	1	0,2	1	5	1	0,1	---	1	5	24,3	95,4	100	100
9	INFORMES	1	5	0,2	5	0,2	0,2	0,1	1	---	1	13,7	53,8	50	75
10	RECLAMOS	1	0,1	0,2	1	0,2	0,1	0,1	0,2	1	---	3,9	15,3	50	50
Sumas-->												255	1000	1000	1000

Tabla 16: Matriz de Requisitos Generales (Procedimiento del CoCaLab)

Los miembros del CoCaLab consideraron necesario un ajuste final, elevando los puntajes de organización e informes de 50 a 75 puntos, a costa de la reducción del puntaje de personal y métodos de calibración de 175 a 150 puntos, quedando entonces los lotes de puntajes definidos en 75, 100, 125 y 150 puntos. Esta distribución se consideró muy razonable para el procedimiento de evaluación.

Si se hubiera considerado a todos los requisitos del mismo peso, se hubiera adjudicado 100 puntos a cada atributo, mientras que con los lotes definidos por esta metodología, los atributos prioritarios obtienen un puntaje superior en 100% a los de menor prioridad.

El autor realizó la representación de los resultados mediante gráficos de Pareto, obteniendo en este caso el resultado de la Ilustración 8 que se encuentra a continuación. En este tipo de representación se puede observar gráficamente como están distribuidas las prioridades y en qué medida se logró discriminar los aspectos más prioritarios. La curva de los porcentajes acumulados, representa qué parte del puntaje a distribuir ha sido asignado a los atributos con mayor puntaje. A simple vista se ve que las cuatro requisitos de mayor prioridad se reparten aproximadamente el 70% del puntaje (700 puntos en este caso), con un buen poder de discriminación.

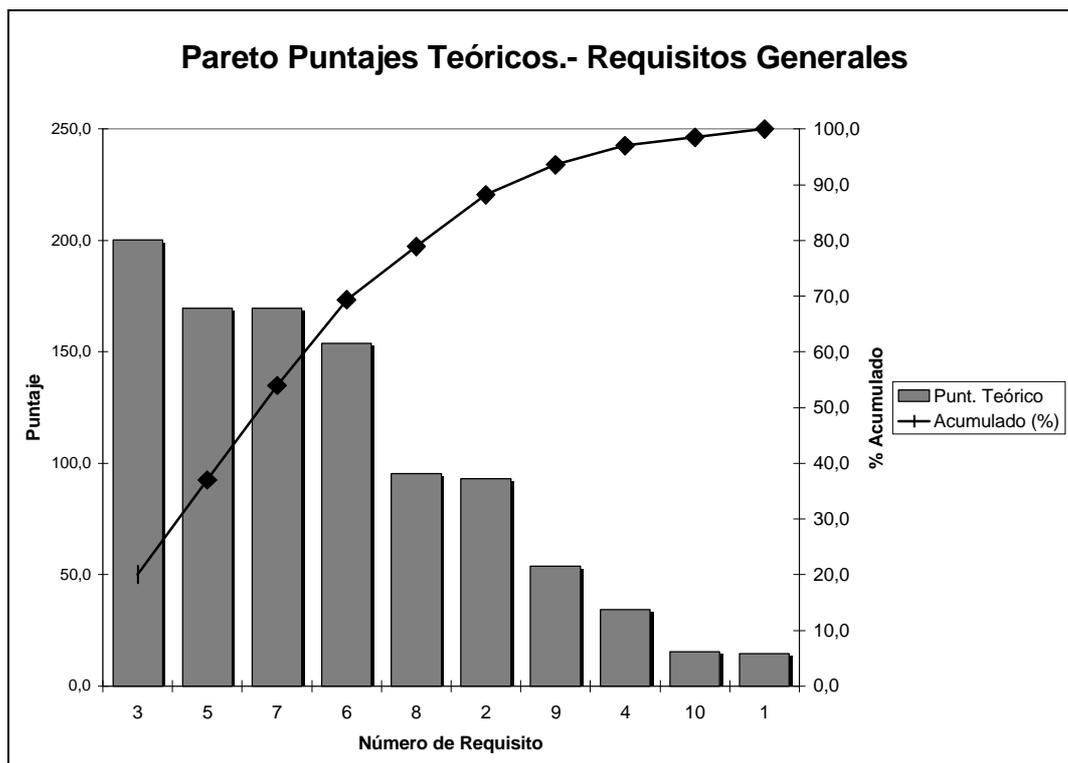


Ilustración 8: Gráfico de Pareto para los Puntajes Teóricos de los Requisitos Generales (Procedimiento del CoCaLab)

Se realizaron también gráficos de Pareto para el primer ajuste (Ilustración 9) y el puntaje final (Ilustración 10), en los cuales se puede observar que a medida que se ajustan los puntajes para su uso en las evaluaciones, se va perdiendo la forma característica del diagrama.

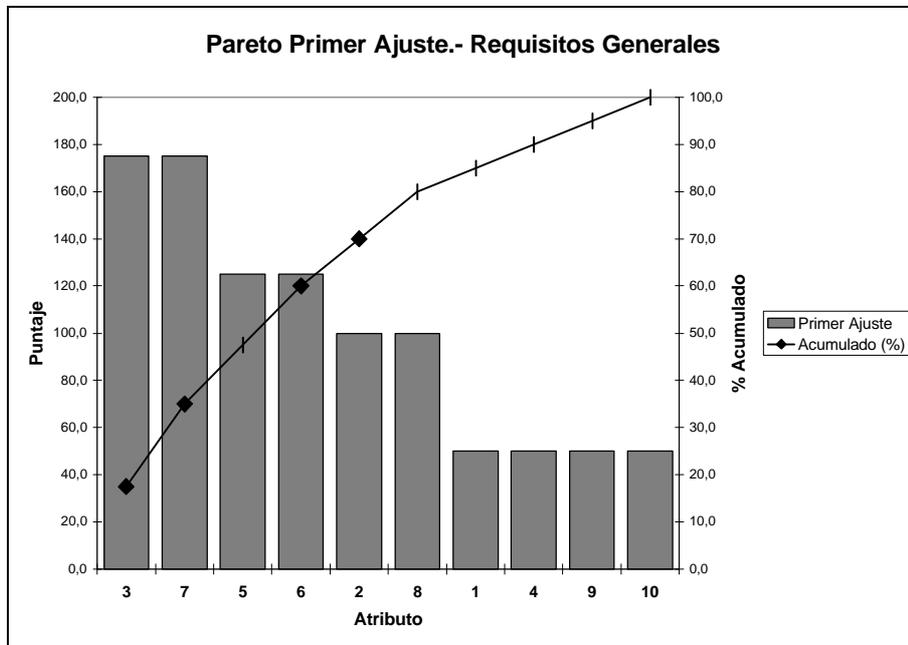


Ilustración 9: Gráfico de Pareto para el Primer Ajuste de los Requisitos Generales (Proc. CoCaLab)

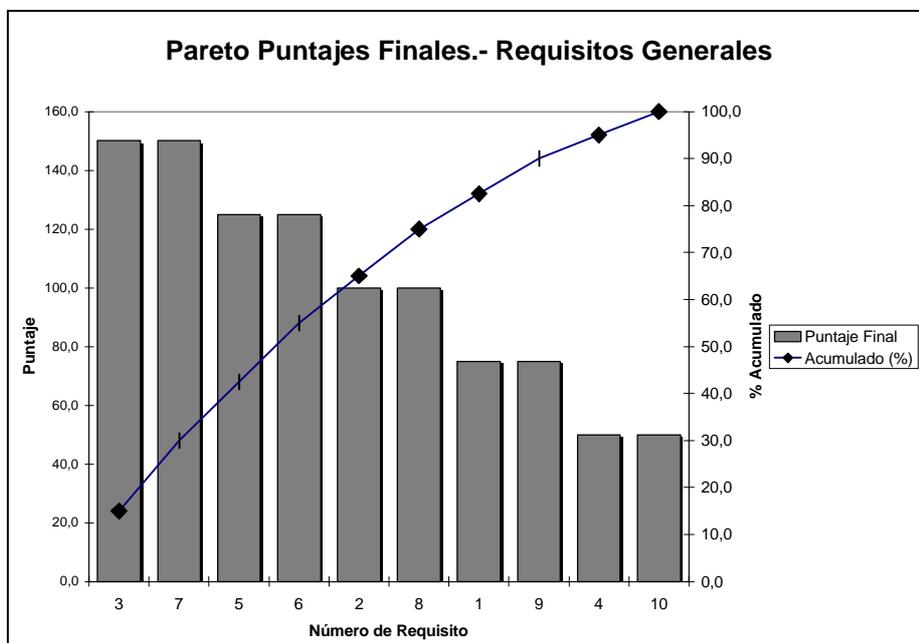


Ilustración 10: Gráfico de Pareto para los Puntajes Finales de los Req. Generales (Proc. CoCaLab)

Para verificar el efecto de los ajustes sobre la llamada *paretización* de la distribución de los puntajes se elaboraron gráficos del tipo de la Ilustración 11. En la misma se comprueba que a medida que se ajustaron los puntajes para mejorar su utilidad para las evaluaciones, se hizo a costa de perder poder de discriminación. Los puntajes teóricos acumulan 70% del total a repartir en los cuatro requisitos de mayor prioridad; el primer ajuste requiere la mitad de los requisitos para el mismo porcentaje y el puntaje final sólo llega a un 70% del total con el sexto atributo.

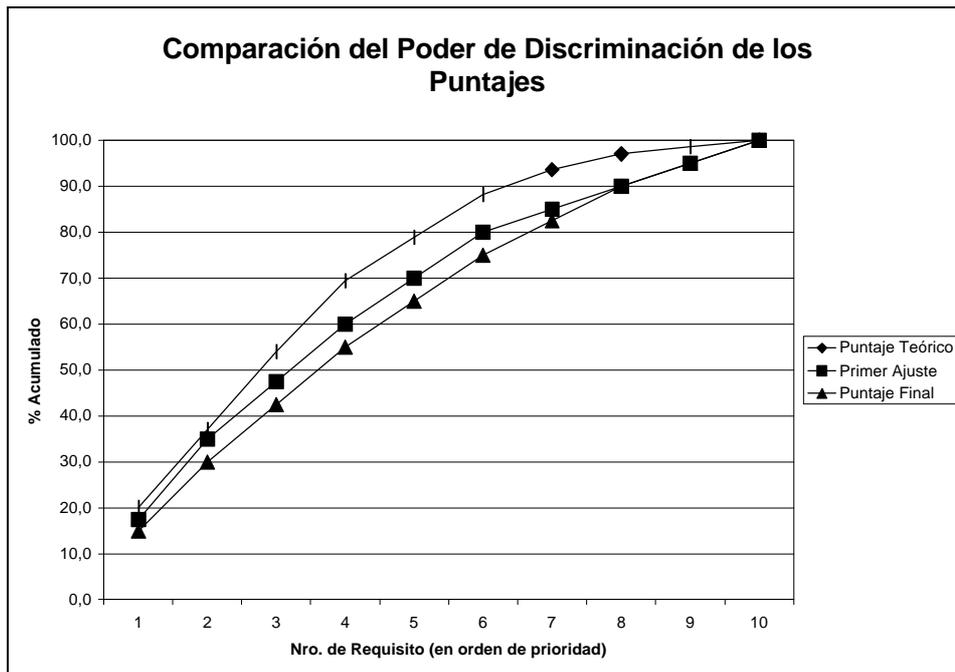


Ilustración 11: Comparación del poder de discriminación de los puntajes (Requisitos Generales Procedimiento CoCaLab)

### 3.1.1.1.2 Matriz de Organización y Gestión (Criterio 1.- Procedimiento CoCaLab)

Se observa que los cuatro requisitos específicos de mayor prioridad (Organigrama, necesidad de supervisión, responsable de calidad y recursos) han concentrado el 61% del puntaje teórico.

La prioridad máxima de "organigrama" surgió como consecuencia de que resultó clasificada como de mayor prioridad que ocho de los atributos, salvo "supervisión". Sin embargo, "supervisión" obtuvo un puntaje levemente menor, pues obtuvo puntajes menores en algunas comparaciones.

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

La obtención de los puntajes finales se hizo en una única etapa que resultó satisfactoria para los miembros del CoCaLab, llegándose a tres lotes con 12, 6 y 1,5 puntos respectivamente (nótese que no había puntajes teóricos empatados, por lo cual se redujo de 10 a 3 el número de lotes).

Durante el ajuste, al requisito de "responsable técnico" le fue aumentado notablemente el puntaje, por considerarse que era importante estimular que se nombrara tempranamente al mismo como herramienta para el éxito del sistema. Otros requisitos, como el de "recursos", "reemplazos" o "ensayos interlaboratorios", sufrieron reducciones pequeñas en el puntaje.

Se nota que ya no se justificaría otra apertura de los puntajes dado que el máximo puntaje de 12, representa apenas un poco más del 1% del total evaluado.

Puntaje a repartir ----->

75

Tema		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma	Puntaje Teórico	Puntaje Final
1	Responsable Técnico (RT)	---	1	1	0,2	1	10	1	1	5	10	30,2	7,7	12
2	Autoridad y Recursos del RT	1	---	5	0,2	0,2	10	0,2	1	5	10	32,6	8,3	6
3	Presiones	1	0,2	---	0,2	0,2	10	0,2	0,2	1	10	23	5,9	6
4	Organigrama	5	5	5	---	1	10	5	5	5	10	51	13,0	12
5	Supervisión	1	5	5	1	---	10	0,2	10	5	10	47,2	12,1	12
6	Porcentaje de personal que supervisa y Prod.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	---	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,2	1,5
7	Responsable de Calidad	1	5	5	0,2	5	10	---	5	5	10	46,2	11,8	12
8	Reemplazos	1	1	5	0,2	0,1	10	0,2	---	1	10	28,5	7,3	6
9	Confidencialidad	0,2	0,2	1	0,2	0,2	10	0,2	1	---	10	23	5,9	6
10	Ensayos Interlaboratorios	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	10	0,1	0,1	0,1	---	10,8	2,8	1,5
Sumas --->												293,4	75	75

Tabla 17: Matriz de Organización y Gestión (Criterio 1.- Procedimiento CoCaLab)

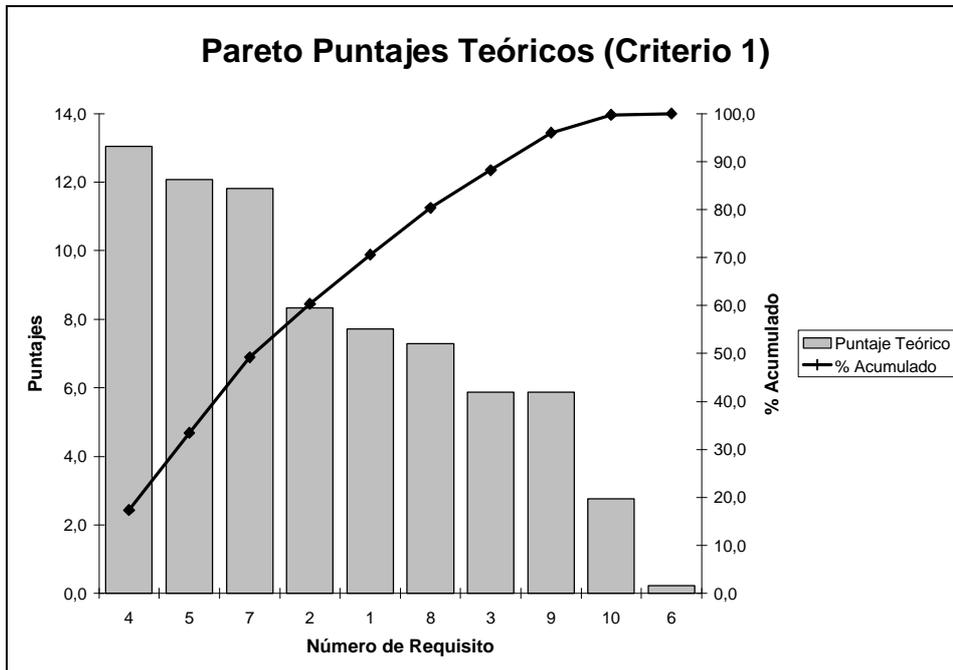


Ilustración 12: Gráfico de Pareto para los Puntajes Teóricos del Criterio 1 (Procedimiento CoCaLab)

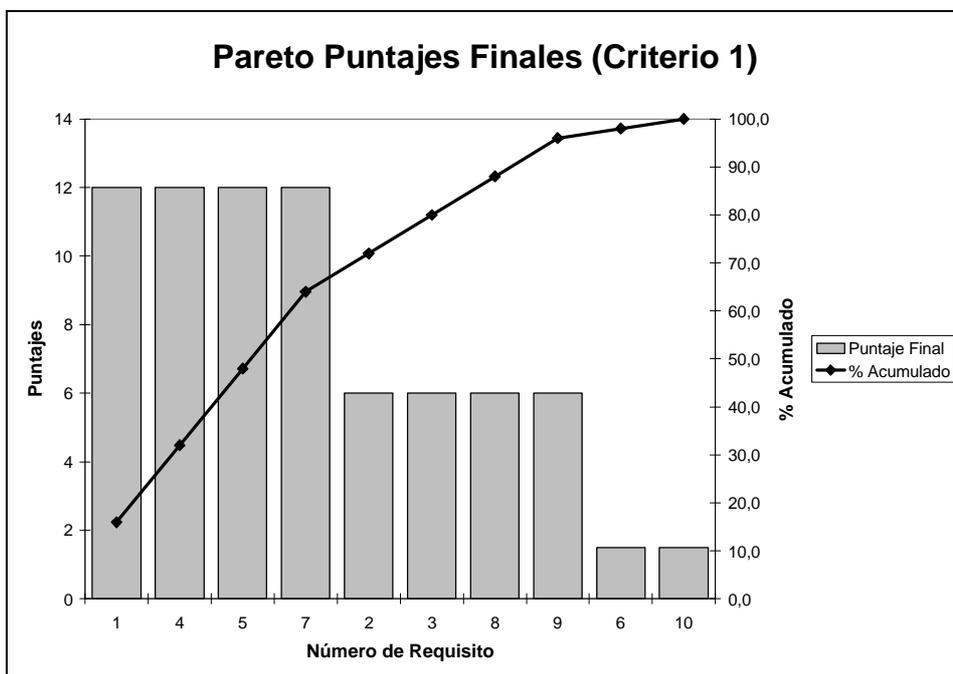


Ilustración 13: Gráfico de Pareto para los Puntajes Finales del Criterio 1 (Proc. CoCaLab)

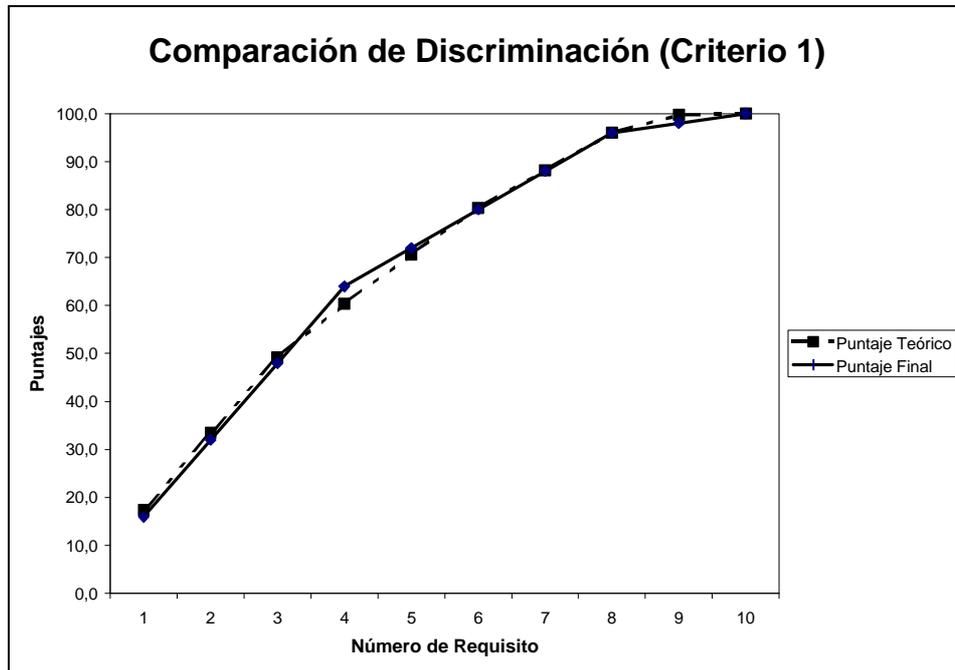


Ilustración 14: Comparación del poder de discriminación de los puntajes (Criterio 1.- Procedimiento CoCaLab)

### 3.1.1.1.3 Matriz de Sistema de la Calidad (Criterio 2.- Procedimiento CoCaLab)

En esta matriz, que fue la más grande del trabajo, se destacó la gran cantidad de comparaciones que debieron realizarse (190) para repartir 100 puntos entre 20 preguntas. Sin embargo el esfuerzo redundó en que el máximo puntaje final (12 puntos) fue superior en un 140% a los 5 puntos que se hubieran asignado entre las 20 preguntas por medio del método democrático (igual peso para todos los atributos). El puntaje mínimo (2 puntos) representó un 40% del resultado para pesos equivalentes.

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Puntaje a repartir -----> 100																								
Tema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Suma	Puntaje Teórico	Puntaje Final	
1	Manual Aseguramiento	---	0,2	5	5	1	0,2	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	5	5	37,4	4,7	5
2	Plan de Calidad	5	---	10	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	96	12,1	12
3	Política CNEA	0,2	0,1	---	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	4,2	0,5	2
4	Estructura	0,2	0,2	5	---	1	0,2	1	0,1	0,2	1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	10,6	1,3	2
5	Interfaces	1	0,2	5	1	---	1	1	1	0,2	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	0,2	15	1,9	2
6	Procedimiento de Control de Documentos	5	1	10	5	1	---	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	5	44	5,5	6
7	Misiones y Funciones	1	0,2	5	1	1	1	---	1	0,2	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	5	22,2	2,8	3
8	Signatarios	1	0,2	10	10	1	1	1	---	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	5	37	4,7	5
9	Procedimiento de Trazabilidad	1	0,2	5	5	5	1	5	1	---	5	5	1	1	1	1	1	1	1	5	5	50,2	6,3	6
10	Campo de Actividades	1	0,2	1	1	1	1	1	1	0,2	---	1	0,2	0,2	0,2	1	0,2	0,2	1	1	0,2	12,6	1,6	2
11	Procedimiento de Revisión de Contrato	1	0,2	5	5	1	5	1	1	0,2	1	---	1	0,2	0,2	1	0,2	1	1	1	1	27	3,4	3
12	Listado de Procedimientos de Laboratorio	0,2	0,2	10	10	5	1	5	5	1	5	1	---	0,2	1	1	0,2	1	1	1	1	49,8	6,3	6
13	Procedimientos de Manipulación	1	0,2	5	5	5	1	5	5	1	5	5	5	---	1	10	5	10	10	10	10	99,2	12,5	10
14	Registro de Instrumentos y Patrones	1	0,2	5	10	5	1	5	5	1	5	5	1	1	---	10	1	5	5	10	10	86,2	10,9	10
15	Registro de Proced's Calib.y verificación de Instrumentos.	1	0,2	5	10	5	1	5	5	1	1	1	1	0,1	0,1	---	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	37,2	4,7	5
16	Registro de Proced's de Verif. de la calidad de los ensayos	1	0,2	5	5	5	1	1	1	1	5	5	5	0,2	1	1	---	1	1	5	1	45,4	5,7	6
17	Procedimiento de Desvíos o Reclamos	1	0,2	5	5	5	1	1	1	1	5	1	1	0,1	0,2	0,2	1	---	1	1	0,2	30,9	3,9	4
18	Procedimiento por Desvíos Internos	1	0,2	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	0,1	0,2	0,2	1	1	---	1	1	27,7	3,5	3
19	Procedimiento de Confidenc. y Der. de Propiedad	0,2	0,2	5	5	1	1	1	1	0,2	1	1	1	0,1	0,1	0,1	0,2	1	1	---	0,2	20,3	2,6	3
20	Procedimiento de Auditorias	0,2	0,2	5	5	5	0,2	0,2	5	0,2	5	1	1	0,1	0,1	0,1	1	5	1	5	---	40,3	5,1	5
Sumas ----->																					793	100	100	

Tabla 18: Matriz de Sistema de la Calidad (Criterio 2.- Procedimiento CoCaLab)

En los puntajes teóricos se registraron dos casos de empates. Entre los requisitos 9 y 12 con 6,3 puntos (por el cuarto y quinto lugar en la prioridad) y entre los requisitos 1, 15 y 8 por los niveles 9 a 11 de prioridad.

Las 20 preguntas quedaron distribuidas en 7 lotes de puntajes (12; 10; 6; 5; 4; 3 y 2 puntos). El CoCaLab no realizó un nuevo ajuste, aunque a juicio del autor podría haber sido conveniente reducir el número de lotes de puntajes finales a un máximo de cinco.

La Tabla 19 muestra el orden en que quedaron los requisitos antes y después del ajuste al puntaje final (el utilizado para las evaluaciones).

		Orden Prioridad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Puntaje Tentativo	Requisito		13	2	14	9	12	16	6	20	1	15	8	17	18	11	7	19	5	10	4	3
	Puntaje		12,5	12,1	10,9	6,3	6,3	5,7	5,5	5,1	4,7	4,7	4,7	3,9	3,5	3,4	2,8	2,6	1,9	1,6	1,3	0,5
Puntaje Final	Requisito		2	13	14	9	12	16	6	20	1	15	8	17	18	11	7	19	5	10	4	3
	Puntaje		12	10	10	6	6	6	6	5	5	5	5	4	3	3	3	3	2	2	2	2

Tabla 19: Comparación entre el orden de prioridad de los Requisitos (Criterio 2.- Proc. CoCaLab)

El cambio más significativo que realizó el CoCaLab en esta matriz al ajustar los puntajes, fue el cambio en el orden de prioridad entre el primer y segundo puesto. El requisito 13, que había obtenido el primer nivel de prioridad con 12,5 puntos pasó al segundo con 10, mientras el atributo 2 pasó al primero con prácticamente el mismo puntaje.

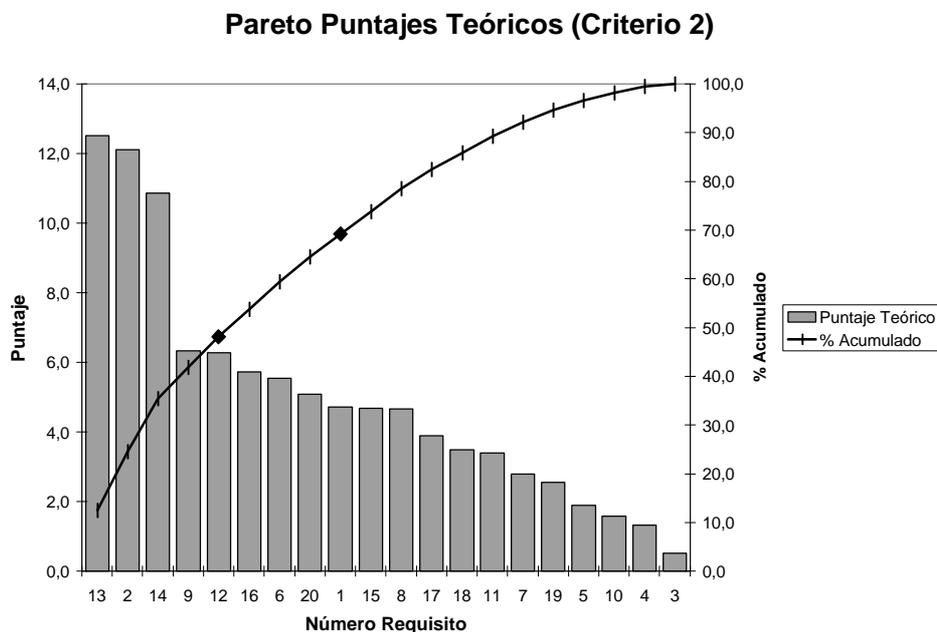


Ilustración 15: Gráfico de Pareto para los Puntajes Teóricos (Criterio 2.- Procedimiento CoCaLab)

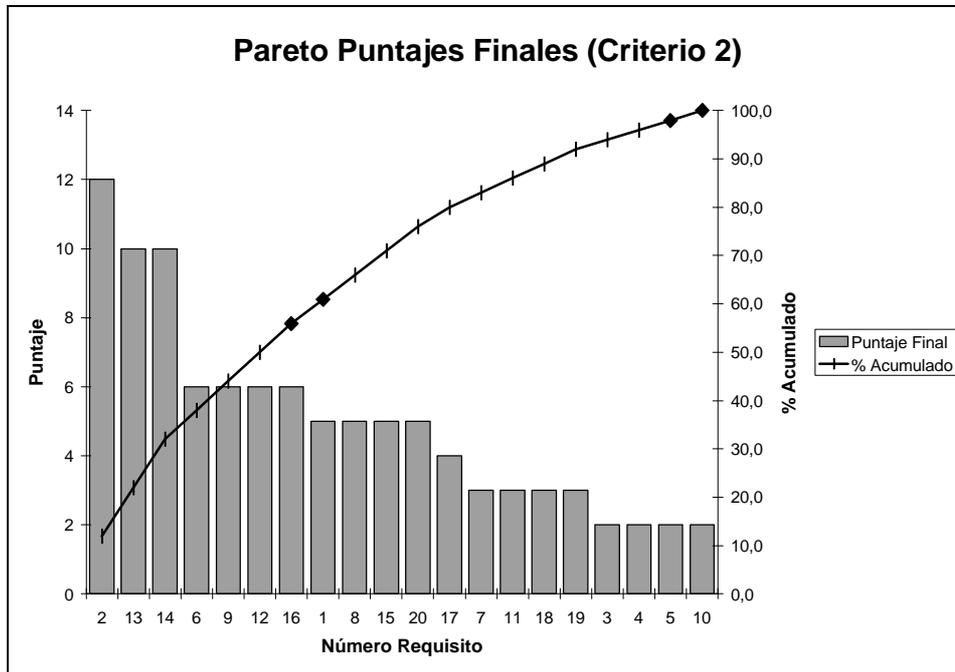


Ilustración 16: Gráfico de Pareto para los Puntajes Finales (Criterio 2.- Procedimiento CoCaLab)

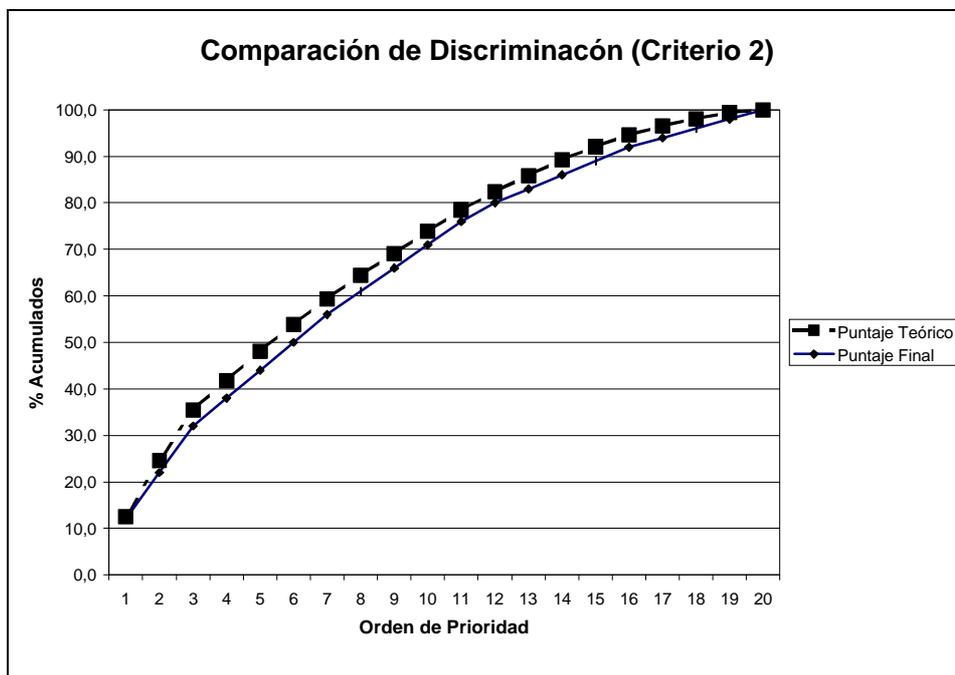


Ilustración 17: Comparación del poder de discriminación de los puntajes (Criterio 2.- Proc. CoCaLab)

3.1.1.1.4 Matriz de Personal (Criterio 3.- Procedimiento CoCaLab)

En este criterio se ha obtenido una discriminación completa de los puntajes teóricos, dado que no hubo requisitos que obtuvieran el mismo puntaje.

El número de lotes en que se dividen los puntajes finales equivale al 50% del número de preguntas.

Puntaje a repartir -----> 150												
Tema	1	2	3	4	5	6	7	8	Suma	Puntaje Teórico	Puntaje Final	
1	Personal Suficiente	---	0	0	0	1	0	0	0	2,1	1,7	5
2	Calificación del Personal	5	---	0	0	1	1	0	0	7,6	6,2	5
3	Formación y Conocimientos Técnicos	5	10	---	1	10	10	10	10	56	45,8	50
4	Experiencia en las tareas	10	10	1	---	10	10	10	10	61	49,9	50
5	Procedimiento de Capacitación	1	1	0	0	---	0	0	0	2,8	2,3	5
6	Registro de Calificación	5	1	0	0	5	---	0	1	12,4	10,1	10
7	Registro de Firmas	5	5	0	0	5	5	---	5	25,2	20,6	15
8	Legajos	5	5	0	0	5	1	0	---	16,4	13,4	10
Sumas --->									184	150	150	

Tabla 20: Matriz de Personal (Criterio 3.- Procedimiento CoCaLab)

Observando la Ilustración 18, se puede verificar que con el tercer requisito (el número 7 que se refiere a la necesidad de disponer de un registro de firmas, se llega al 70% del puntaje a repartir.

En la Ilustración 19 se puede observar que el orden de las prioridades no ha sido alterado, pues sólo se agruparon requisitos con puntajes teóricos cercanos y que el ajuste del puntaje no pareció afectar la *paretización* de los puntajes. Esta suposición puede verificarse al observar la Ilustración 20, en la cual se ve que, si bien los puntajes teóricos discriminan mejor que los ajustados (obteniendo mayores valores de % acumulado) las dos curvas son cercanas en sus valores, con lo cual mantienen su poder de discriminación.

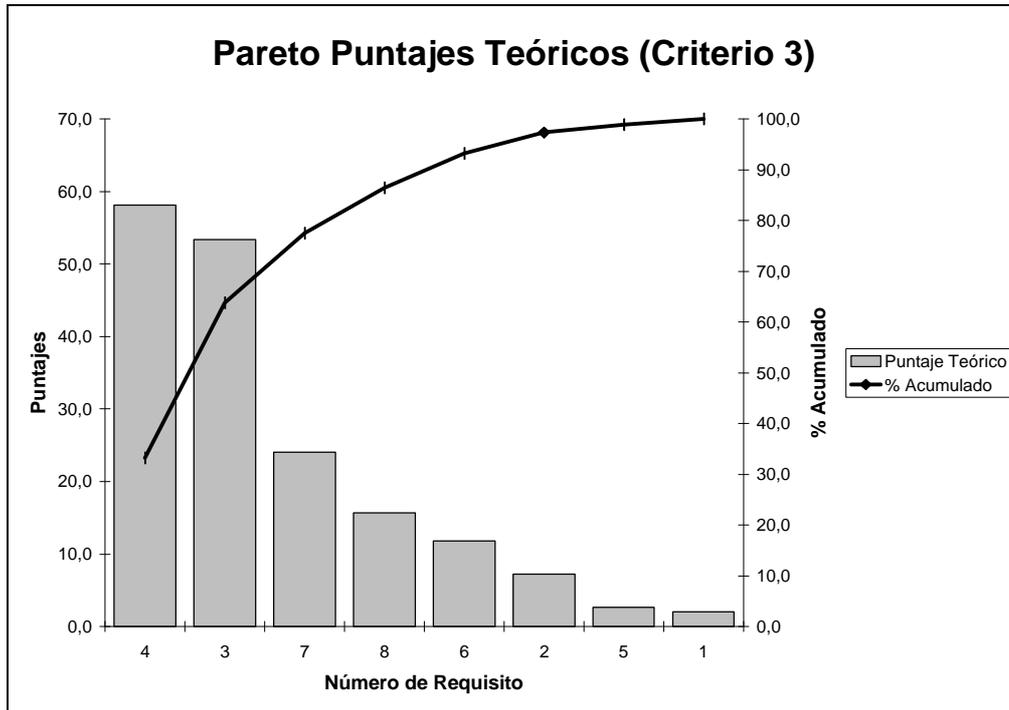


Ilustración 18: Gráfico de Pareto para los Puntajes Teóricos (Criterio 3.- Procedimiento CoCaLab)

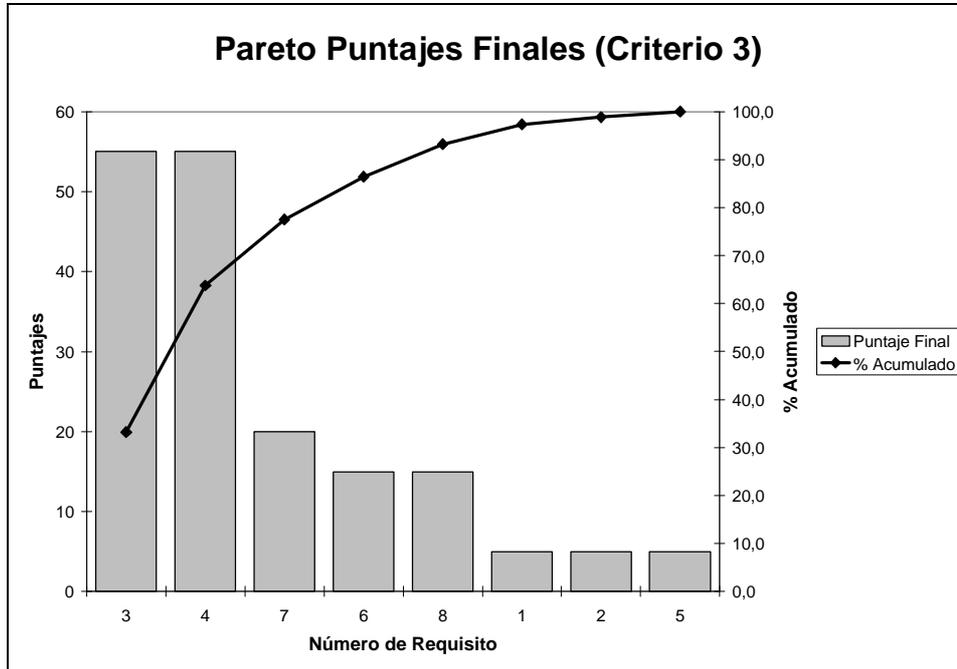


Ilustración 19: Gráfico de Pareto para los Puntajes Finales (Criterio 3.- Procedimiento CoCaLab)

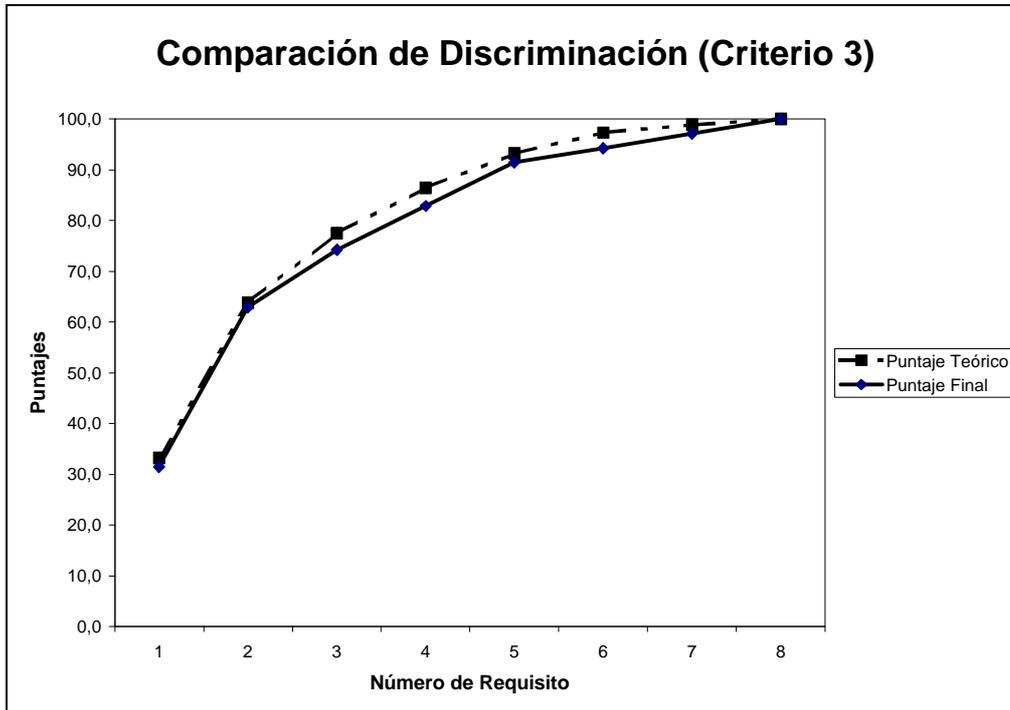


Ilustración 20: Comparación del poder de discriminación de los puntajes (Criterio 3.-Proc. CoCaLab)

### 3.1.1.1.5 Matriz de Locales y Medio Ambiente (Criterio 4.- Procedimiento CoCaLab)

La Tabla 21 contiene la matriz de este criterio, en la cual se puede observar que sólo se hizo un ajuste que permitió obtener los puntajes finales.

Observando la Ilustración 21 y la Ilustración 22, se puede detectar un aparente cambio en el orden de las prioridades entre los requisitos 6; 9; 5 y 7 al realizar el ajuste a los puntajes finales. Sin embargo el efecto se debe a que todos pasan a pertenecer al mismo lote de puntajes, con 8 puntos para cada una, y la planilla ha ordenado los empatados por el número de requisito.

También se puede observar que los puntajes teóricos presentan una curva menos empinada que la deseable para un Pareto, llegándose al 70 % de los puntos con un 50% de los requisitos. Incluso se presenta un empate entre el requisito 5 y 6.

La Ilustración 23 muestra que no se producen grandes variaciones en la distribución de los puntajes al realizar el ajuste.

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Puntaje a repartir -----> 50														
Tema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma	Puntaje Teórico	Puntaje Final	
1	Local Adecuado (servicio - ubicación)	---	1	1	1	0	0	1	5	1	1	11,4	3,3	4
2	Fuentes de energía (tendido eléctrico)	1	---	1	1	0	0	0	5	1	5	14,6	4,2	4
3	Iluminación	1	1	---	1	1	0	1	5	1	5	16,2	4,7	4
4	Ventilación - Calefacción	1	1	1	---	1	0	1	5	1	5	16,2	4,7	4
5	Influencia medio ambiente (pintura) en las mediciones	5	5	1	1	---	1	1	5	1	5	25	7,2	8
6	Control y registro de las condiciones ambientales	5	5	5	5	1	---	5	5	1	5	37	10,7	8
7	Separación de zonas	1	5	1	1	1	0	---	5	1	5	20,2	5,8	8
8	Control de Acceso	0	0	0	0	0	0	0	---	0	1	2,5	0,7	1
9	Limpieza	1	1	1	1	1	1	1	10	---	10	27	7,8	8
10	Cumplimiento de exigencias de salud y seguridad	1	0	0	0	0	0	0	1	0	---	3,3	1,0	1
Sumas --->											173	50	50	

Tabla 21: Matriz de Locales y Medio Ambiente (Criterio 4.- Procedimiento CoCaLab)

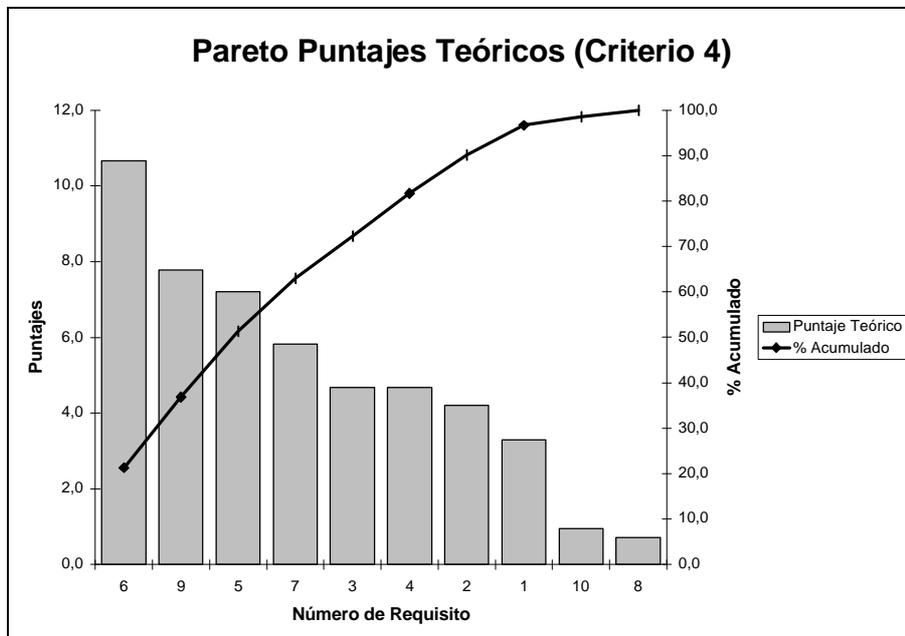


Ilustración 21: Gráfico de Pareto para los Puntajes Teóricos (Criterio 4.- Procedimiento CoCaLab)

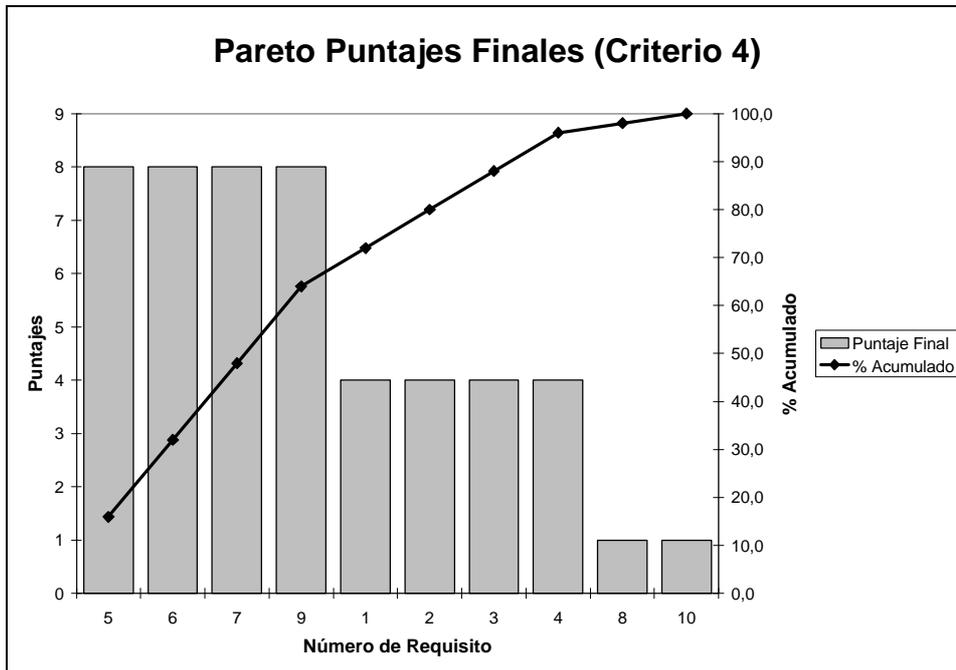


Ilustración 22: Gráfico de Pareto para los Puntajes Finales (Criterio 4.- Procedimiento CoCaLab)

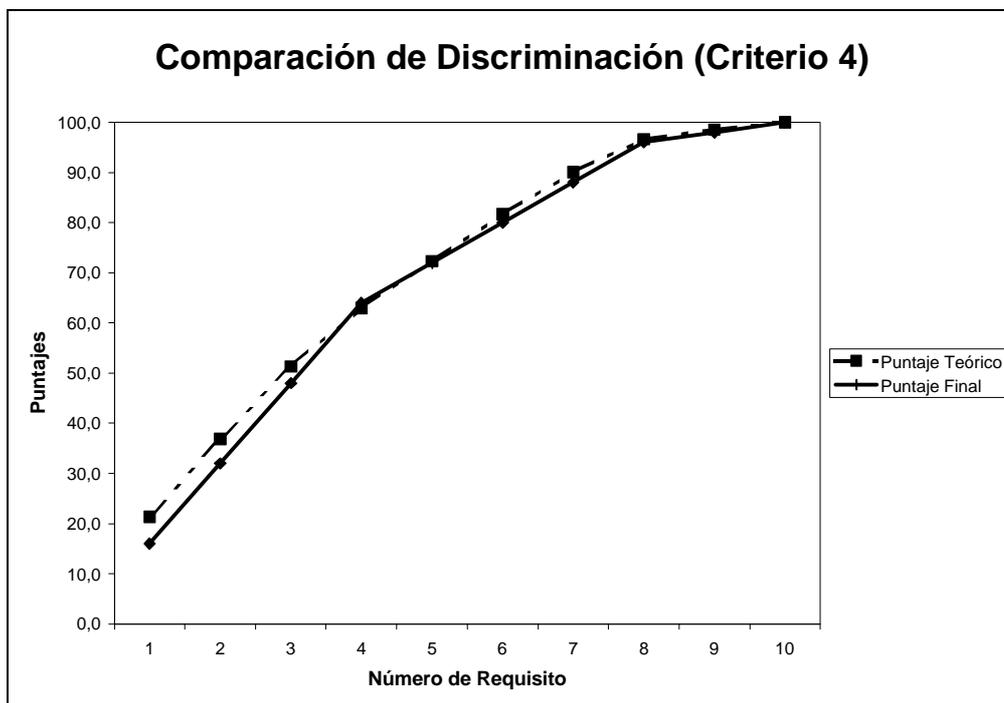


Ilustración 23: Comparación del poder de discriminación de los puntajes (Criterio 4.- Proc. CoCaLab)

3.1.1.1.6 Matriz de Equipos y Materiales de Referencia (Criterio 5.- Procedimiento CoCaLab)

En la Tabla 22 y las Ilustración 24 y 25 se observa que tanto en los puntajes teóricos como en los ajustados, se consideró como requisito prioritario a "equipos necesarios para la calibración y ensayos", seguido por "materiales de referencia" y "cumplimiento de los requisitos por equipos de otros laboratorios". Los restantes requisitos (siete) fueron agrupados en dos lotes de puntaje. El ajuste en los puntajes de los tres atributos prioritarios fue en este caso redondeado para facilitar el cómputo en la evaluación.

Inicialmente se requirió de cuatro de los requisitos (un 40%) para acumular el 70% de los 125 puntos a distribuir en la lista de verificación (ver Ilustración 25). En la Ilustración 26 se observa que, como resultado del ajuste, se requirió un requisito más (el 50% del total) para obtener el 70% del puntaje. Al observar la línea continua que representa a los porcentajes acumulados por los puntajes ajustados se ve que la misma va por debajo de la línea de trazos correspondiente a los puntajes teóricos. Efectivamente una forma de determinar la discriminación es observar la forma de dichas curvas. La más alta corresponde a la mejor *paretización*.

Puntaje a repartir -----> 125														
Tema		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma	Puntaje Teórico	Puntaje Final
1	Equipos necesarios p/ calibración y Ensayos	---	5	5	1	5	5	5	5	5	5	41	34,9	35
2	Materiales de Referencia Necesarios	0	---	1	1	5	1	5	5	1	5	24,2	20,6	20
3	Cumplimiento de Requisitos por equipos de otros laboratorios	0	1	---	1	1	1	1	1	1	1	8,2	7,0	10
4	Mantenimiento de Equipos	1	1	1	---	5	1	1	1	1	5	17	14,5	15
5	Procedimiento de Mantenimiento	0	0	1	0	---	0	0	0	0	1	3,4	2,9	5
6	Identificación de Equipos Defectuosos	0	1	1	1	5	---	1	5	1	1	16,2	13,8	10
7	Etiquetado de Estado de Calibración	0	0	1	1	5	1	---	1	1	1	11,4	9,7	10
8	Registro o ficha de c/equipo	0	0	1	1	1	0	1	---	1	1	6,6	5,6	5
9	Materiales de Referencia/ etiquetado estado de calibración	0	1	1	1	5	1	1	1	---	1	12,2	10,4	10
10	Registro de Materiales de Referencia	0	0	1	0	1	1	1	1	1	---	6,6	5,6	5
Sumas --->												147	125	125

Tabla 22: Matriz de Equipos y Materiales de Referencia (Criterio 5.- Procedimiento CoCaLab)

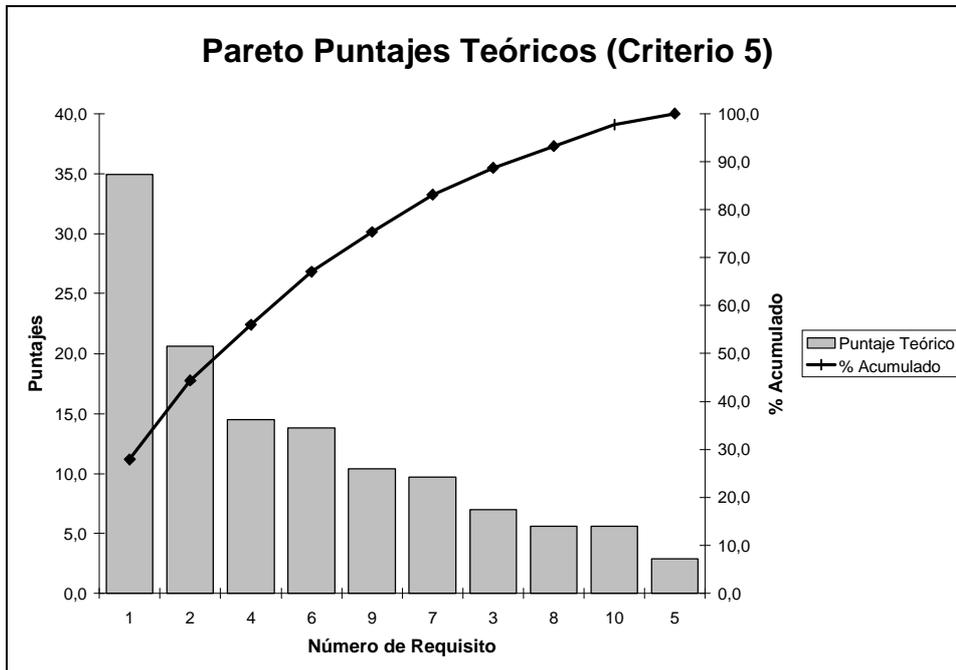


Ilustración 24: Gráfico de Pareto para los Puntajes Teóricos (Criterio 5.- Procedimiento CoCaLab)

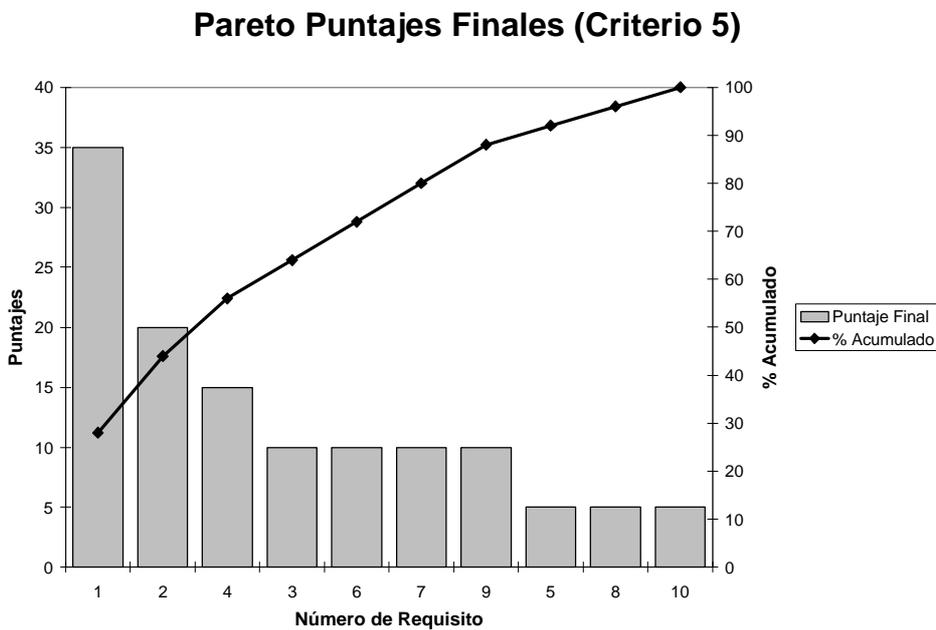


Ilustración 25: Gráfico de Pareto para los Puntajes Finales (Criterio 5.- Proc. CoCaLab)

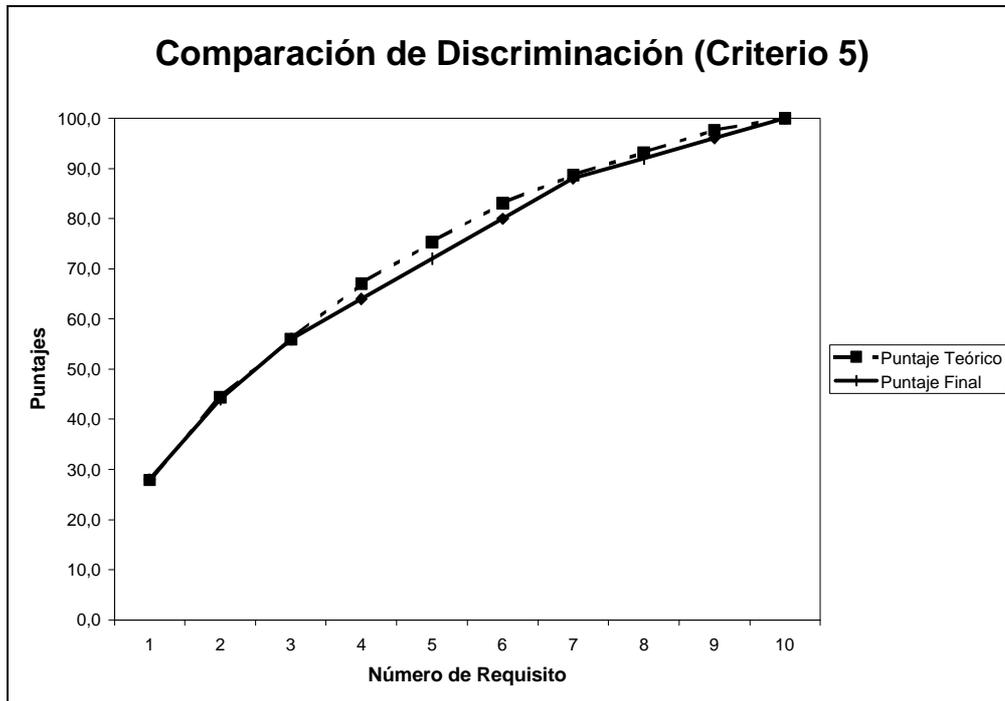


Ilustración 26: Comparación del poder de discriminación de los puntajes (Criterio 5.- Proc. CoCaLab)

### 3.1.1.1.7 Matriz de Trazabilidad (Criterio 6.- Procedimiento CoCaLab)

En la matriz de la Tabla 23 se observa que para llegar al puntaje final se debió recurrir a un segundo ajuste. En el primer ajuste se hizo fundamentalmente una aproximación a números enteros de los resultados teóricos. En el ajuste final se definieron los cinco lotes finales en que se dividieron los diez criterios.

El nivel de discriminación logrado fue de 50% de los atributos para el 70% del puntaje, con un descenso respecto a la de la lista de "requisitos generales". En la Ilustración 27 se observa que los requisitos 9 (verificaciones) y 2 (vigencia de la calibración) obtienen prioridades sensiblemente mayores al resto; en un lote con puntaje menor quedan los requisitos 8 y 10 (Ilustraciones 28 y 29).

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Puntaje a repartir -----> 125															
Tema		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma	Puntaje Teórico	Primer Ajuste	Puntaje Final
1	Plan de Calibración	---	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	1,7	1,1	2,0	5
2	Vigencia de la calibración	5	---	1	5	5	1	10	5	0,2	5	37,2	23,5	23,0	20
3	Trazabilidad a patrones	5	1	---	1	1	1	5	1	1	1	17	10,7	10,0	10
4	Certificación con trazabilidad	5	0,2	1	---	1	1	5	1	0,2	1	15,4	9,7	10,0	10
5	Certificados con Incertidumbre	5	0,2	1	1	---	1	5	1	0,2	1	15,4	9,7	10,0	10
6	Ensayos Interlaboratorios	5	1	1	1	1	---	5	1	1	1	17	10,7	10,0	10
7	Uso de Patrones de Referencia	5	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	---	0,1	0,1	0,1	6,2	3,9	4,0	5
8	Calibración de Patrones de Referencia	5	0,2	1	1	1	1	10	---	1	0,2	20,4	12,9	13,0	15
9	Verificaciones	10	5	1	5	5	1	10	1	---	5	43	27,2	30,0	25
10	Trazabilidad de materiales de referencia	5	0,2	1	1	1	1	10	5	0,2	---	24,4	15,4	13,0	15
Sumas --->												198	125	125	125

Tabla 23: Matriz de Trazabilidad (Criterio 6.- Procedimiento CoCaLab)

La Ilustración 29 (página 92), muestra una situación particular. Al realizar el primer ajuste, se aumentó el porcentaje de puntos acumulados entre los requisitos 9 y 2 de un 40,6 a un 42,4. Obsérvese que la curva del primer ajuste está por encima de la de los puntajes teóricos en dicha zona debido a que al ajustar el puntaje el requisito 9 obtuvo un puntaje levemente superior al original. Recién se produce la equiparación entre ambas en el tercer requisito. Posteriormente los porcentajes acumulados de puntajes teóricos son levemente superiores. La curva del puntaje final obtiene menores valores de porcentaje acumulado que las otras, situación que se presenta como normal.

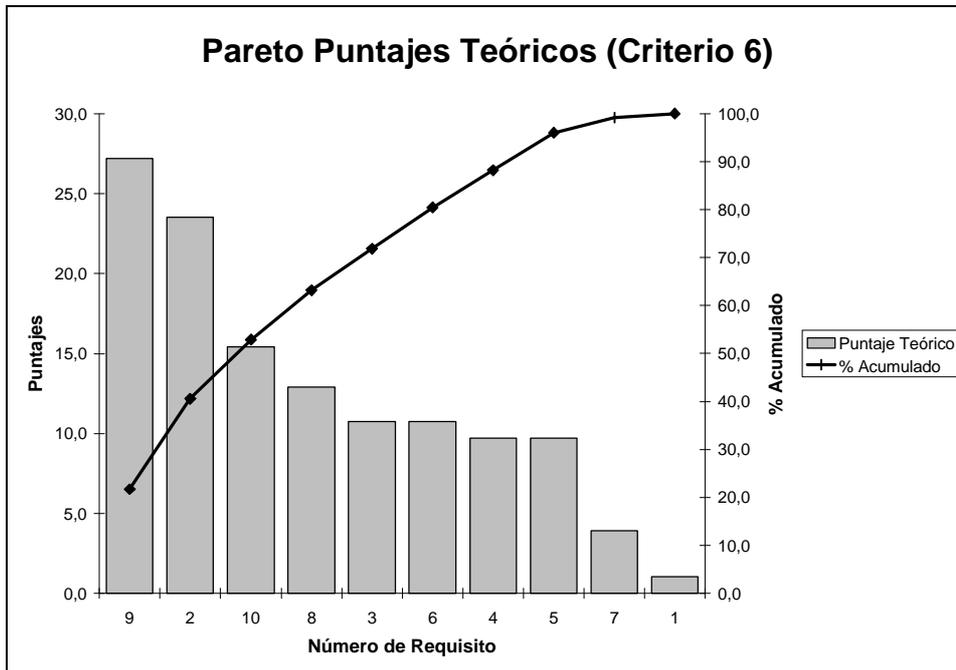


Ilustración 27: Gráfico de Pareto para los Puntajes Teóricos (Criterio 6.- Procedimiento CoCaLab)

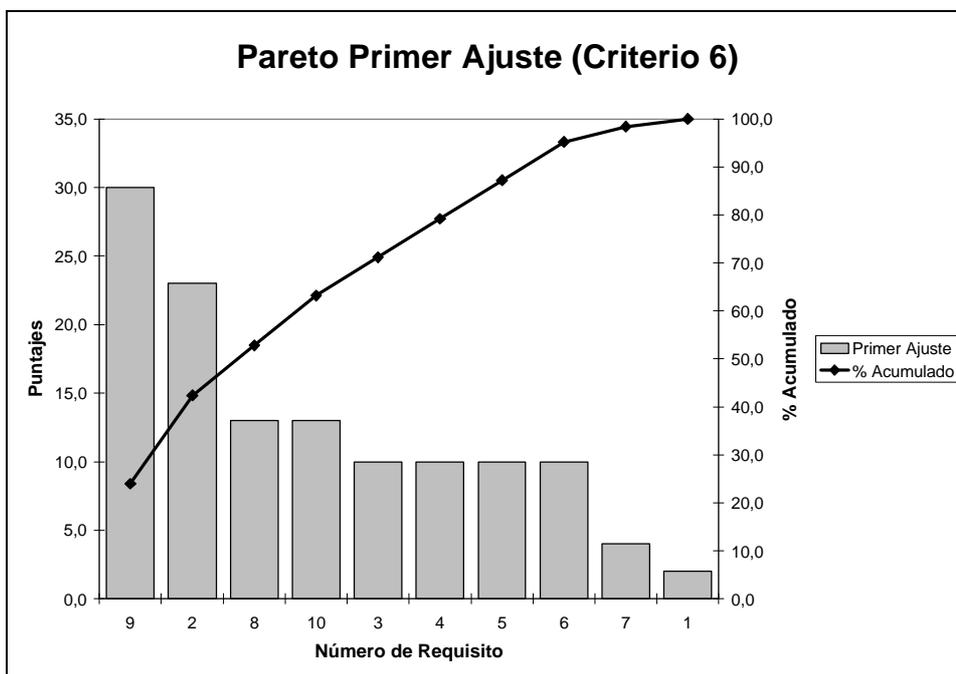


Ilustración 28: Gráfico de Pareto para el Primer Ajuste (Criterio 6.- Procedimiento CoCaLab)

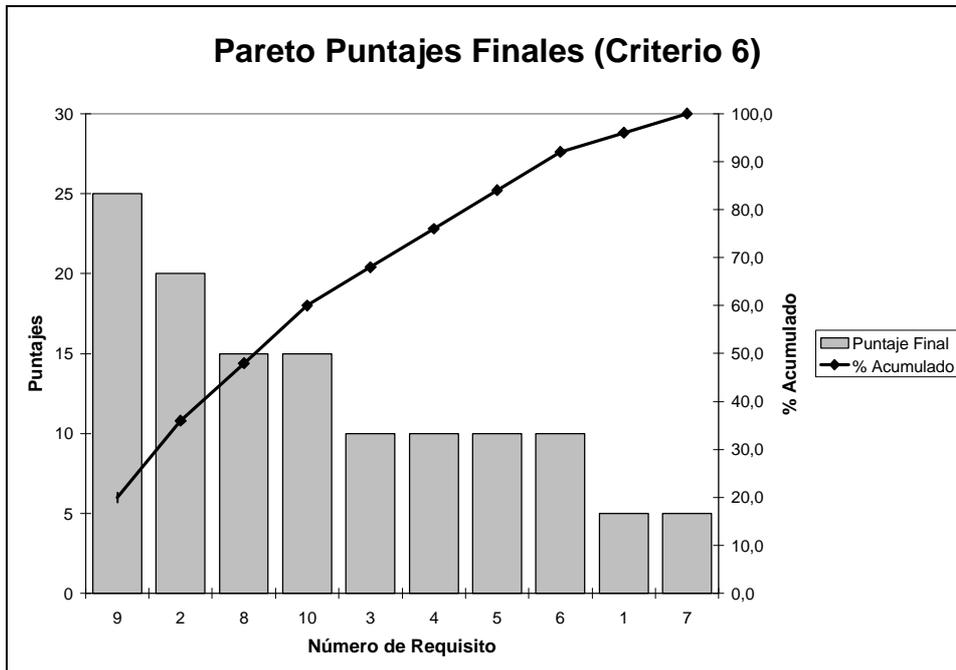


Ilustración 29: Gráfico de Pareto para los Puntajes Finales (Criterio 6.- Procedimiento CoCaLab)

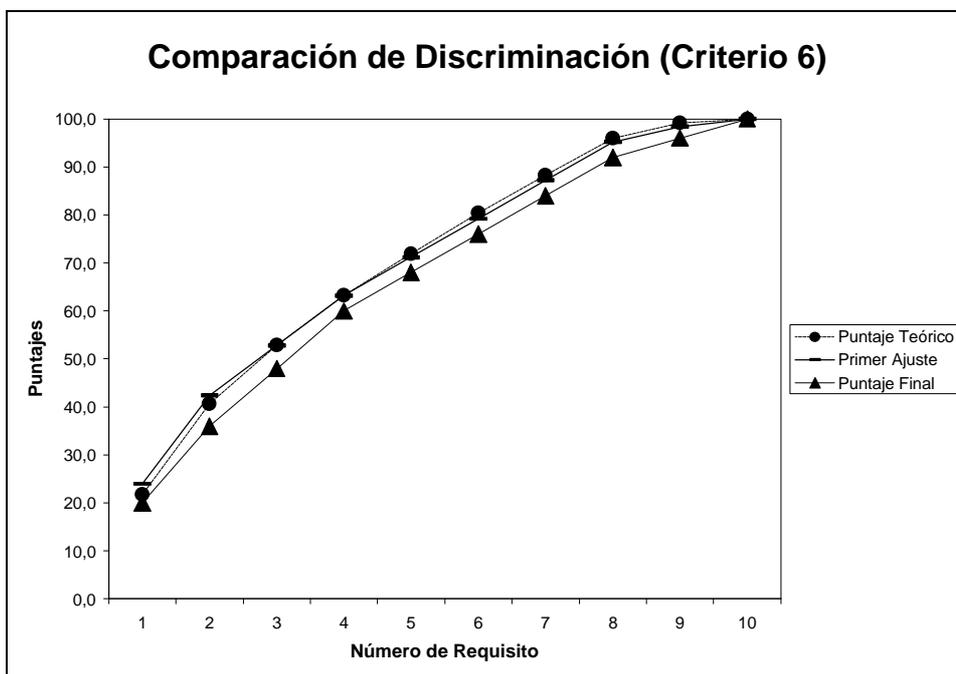


Ilustración 30: Comparación del poder de discriminación de los puntajes (Criterio 6.- Procedimiento CoCaLab)

3.1.1.1.8 Matriz de Métodos de Calibración (Criterio 7.- Procedimiento CoCaLab)

Este caso (ver Tabla 24) es similar al anterior (Tabla 23, página 90) en cuanto a los resultados teóricos y puntajes finales, aunque bastó con un ajuste para llegar a los puntajes finales. Nuevamente se dio la relación 50% de preguntas para 70% del puntaje para los puntajes teóricos (Ilustración 31, página 94) y una menor discriminación para los puntajes ajustados (Ilustración 32, página 94).

Se observa en la Ilustración 33 de la página 95 que las curvas son poco pronunciadas y que los puntajes ajustados son menores a lo largo de todo el gráfico.

Puntaje a repartir -----> 150														
Tema		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma	Puntaje Teórico	Puntaje Final
1	Procedimientos para el ensayo	---	5	5	5	5	5	1	1	1	5	33	28,2	25
2	¿Son adecuados?	1	---	1	1	1	1	0	0	0	5	10,6	9,0	10
3	Criterio para cuando no hay norma	1	0	---	1	1	1	0	0	0	5	9,8	8,4	10
4	Utilización de PR's validados p/ met. No estándar	1	0	1	---	1	1	0	1	1	1	7,4	6,3	10
5	PR's de muestreo	1	0	1	1	---	1	0	5	5	1	15,4	13,1	10
6	Técnicas estadísticas de muestreo	1	0	1	1	1	---	0	5	5	1	15,4	13,1	10
7	Verificación de cálculos y transferencia de datos	5	1	5	5	5	5	---	5	1	5	37	31,6	30
8	Validación y Verificación de Software	5	1	5	1	0	0	0	---	0	0	12,9	11,0	15
9	Protección de datos y seguimiento de acceso	5	1	5	1	0	0	1	5	---	1	19,4	16,6	15
10	PR de compra	0	0	0	1	1	1	0	10	1	---	14,8	12,6	15
Sumas --->												176	150	150

Tabla 24: Matriz de Métodos de Calibración (Criterio 7.- Procedimiento CoCaLab)

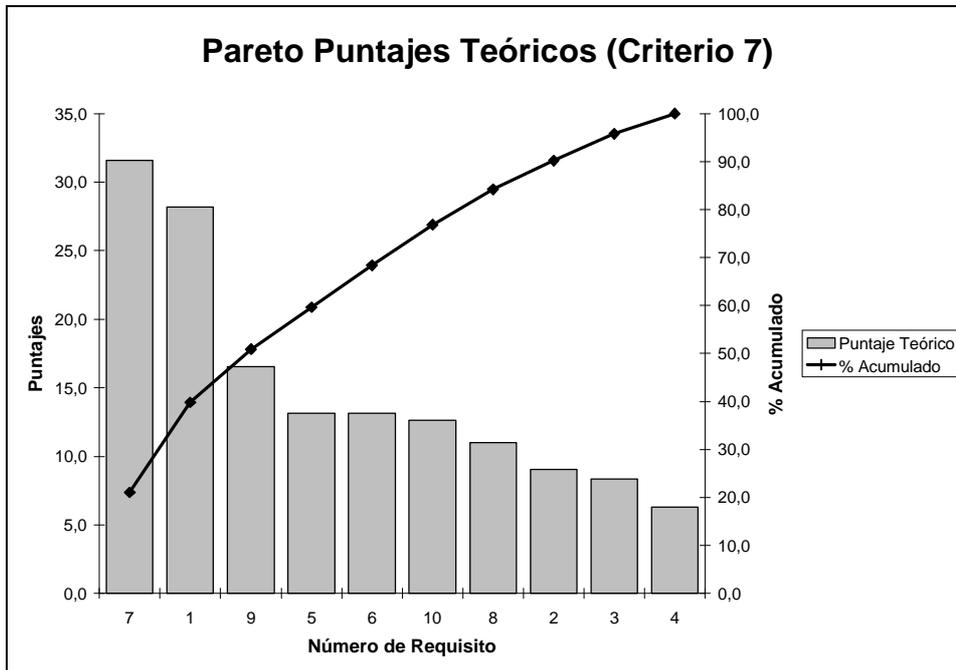


Ilustración 31: Gráfico de Pareto para los Puntajes Teóricos (Criterio 7.- Procedimiento CoCaLab)

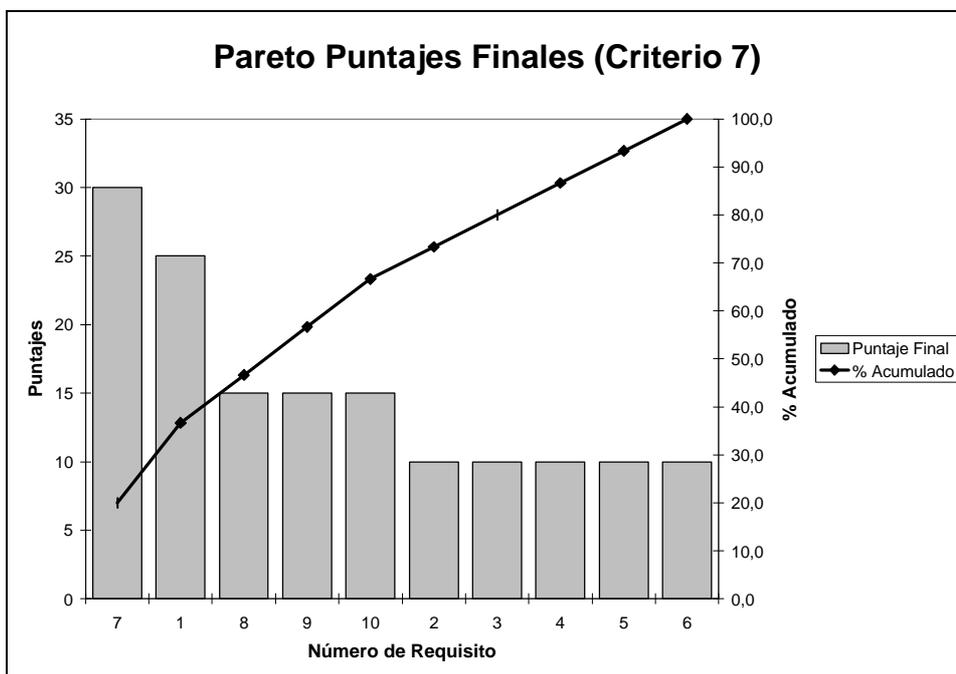


Ilustración 32: Gráfico de Pareto para los Puntajes Finales (Criterio 7.- Procedimiento CoCaLab)

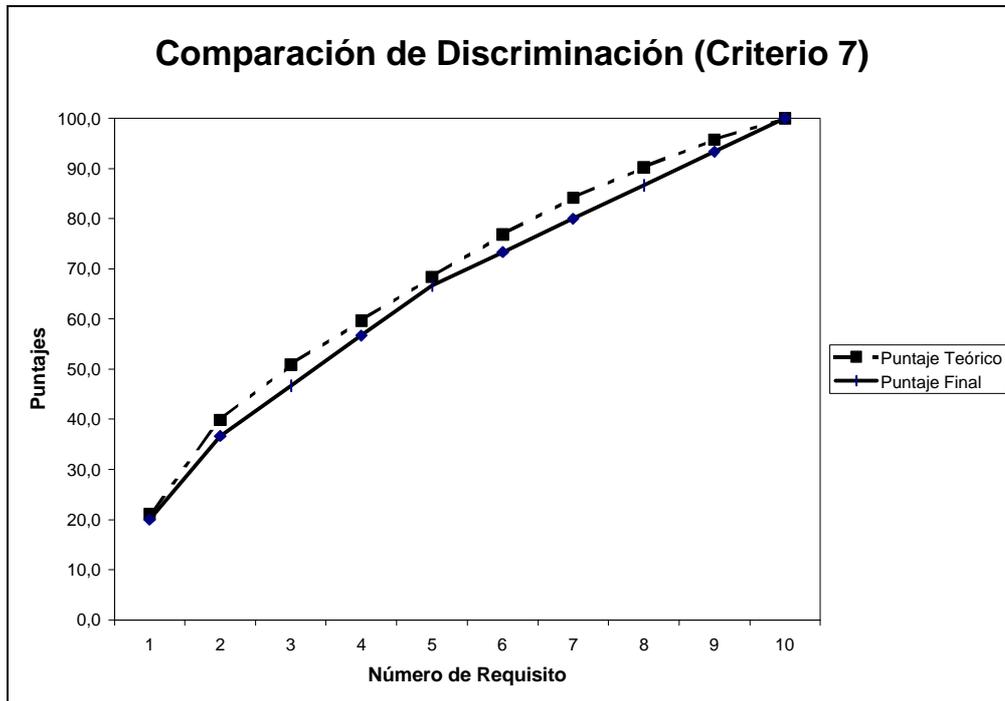


Ilustración 33: Comparación del poder de discriminación de los puntajes (Criterio 7.- Procedimiento CoCaLab)

#### 3.1.1.1.9 Matriz de Manipuleo (Criterio 8.- Procedimiento CoCaLab)

Este listado consta de sólo cinco requisitos específicos. Requirió de dos ajustes para llegar al puntaje final (Tabla 25).

Los puntajes teóricos obtuvieron un buen nivel de discriminación, pues los requisitos "Sistema Documentado para identificación ítemes) y "Procedimiento de Almacenaje, Manipuleo y Preparación" representan el 40% de los requisitos y obtienen el 76% del puntaje (Ilustración 34, página 96).

Al realizar el primer ajuste (Ilustración 35, página 97) se reduce el porcentaje acumulado por las mismas a 70 y con el puntaje final se produce un descenso brusco en el porcentaje acumulado por los requisitos 1 y 3 (Ilustración 36, página 97).

En la Ilustración 37 de la página 98 se observa claramente la fuerte pérdida que se produce en los porcentajes acumulados, sobre todo en los puntajes finales. Esto se debe a que se bajó el puntaje del requisito 1 de 55,6 puntos a 35 y se asignó dicho puntaje a los requisitos de más bajo puntaje teórico (2, 4 y 5).

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Puntaje a repartir -----> 100										
Tema		1	2	3	4	5	Suma	Puntaje Teórico	Primer Ajuste	Puntaje Final
1	Sistema Documentado para identificación ítemes	---	5	5	5	5	20	55,6	50,0	35
2	Verificación del ítem	0	---	1	1	1	3,2	8,9	10,0	15
3	Procedimiento de Almacenaje, Manipuleo y Preparación	0	1	---	1	5	7,2	20,0	20,0	20
4	Procedimiento para evitar daños durante el proceso	0	1	1	---	1	3,2	8,9	10,0	15
5	Procedimiento para Recep., Conservación y eliminación	0	1	0	1	---	2,4	6,7	10,0	15
Sumas -->							36	100		100

Tabla 25: Matriz de Manipuleo (Criterio 8.- Procedimiento CoCaLab)

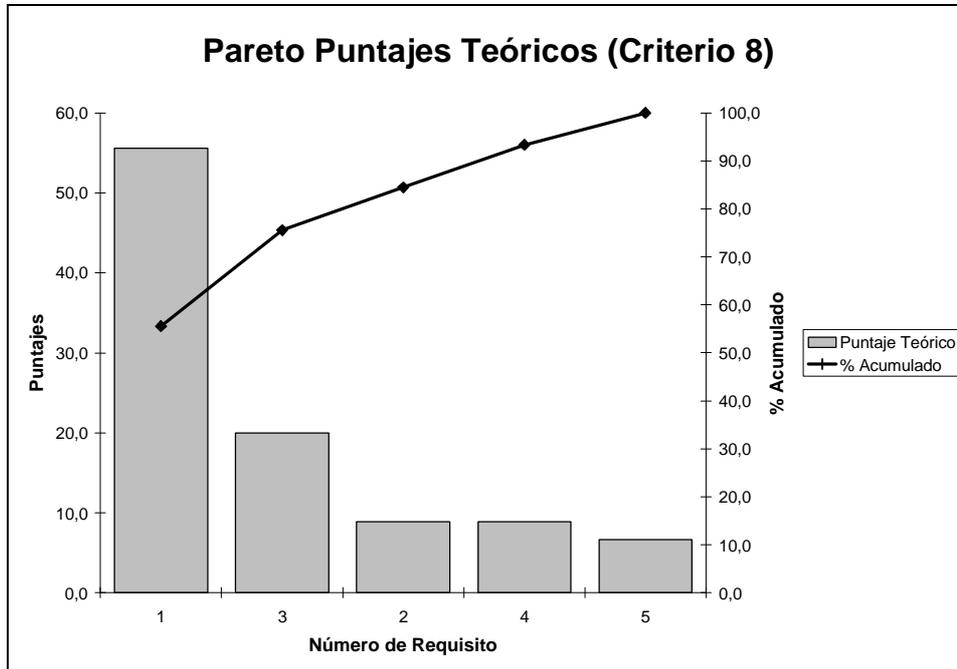


Ilustración 34: Gráfico de Pareto para los Puntajes Teóricos (Criterio 8.- Procedimiento CoCaLab)

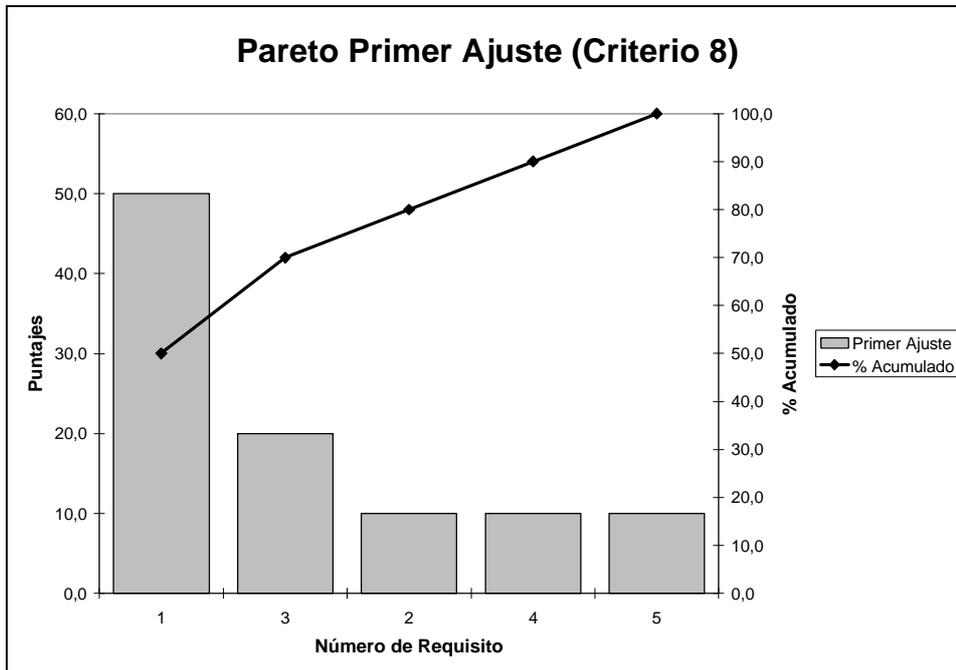


Ilustración 35: Gráfico de Pareto para el Primer Ajuste (Criterio 8.- Procedimiento del CoCaLab)

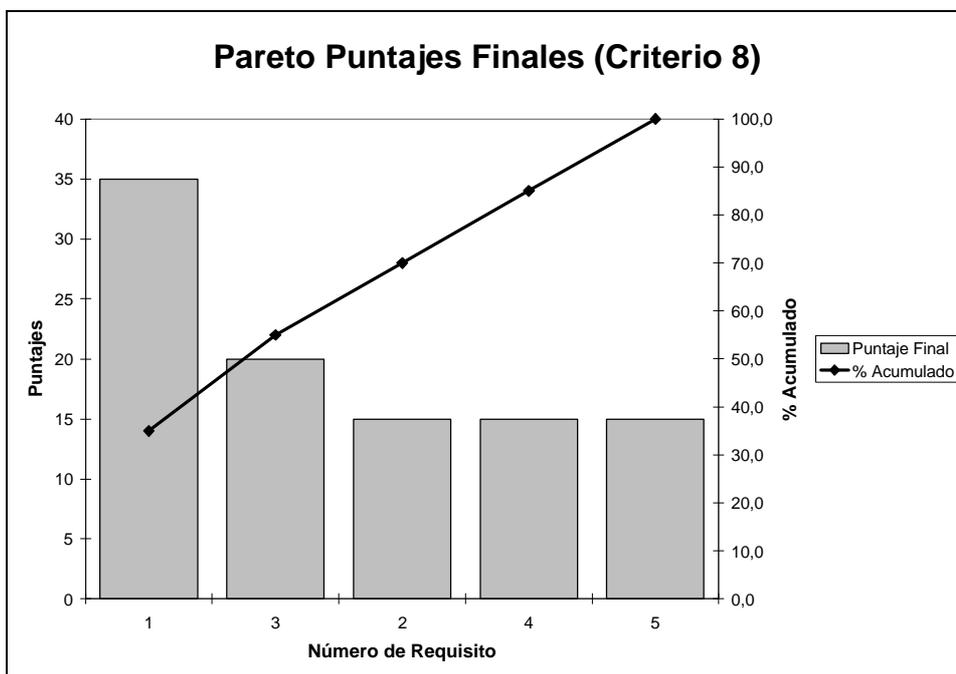


Ilustración 36: Gráfico de Pareto para los Puntajes Finales (Criterio 8.- Procedimiento CoCaLab)

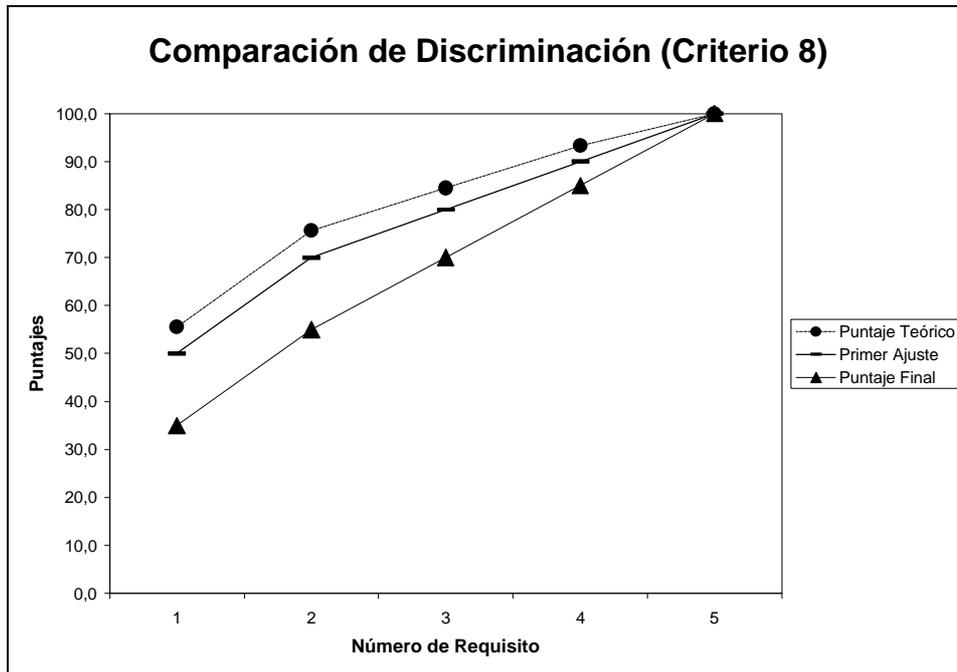


Ilustración 37: Comparación del poder de discriminación de los puntajes (Criterio 8.- Procedimiento CoCaLab)

#### 3.1.1.1.10 Matriz de Archivos, Certificados e Informes (Criterio 9.- Procedimiento CoCaLab)

El criterio contenía diez requisitos específicos (ver Tabla 26). Con un solo ajuste se redujo la distribución de los puntajes a 5 lotes.

La discriminación en los puntajes teóricos fue de cuatro requisitos (40%) para un poco menos de 70% del puntaje (Ilustración 38, página 100). Al realizar el ajuste (Ilustración 39, página 100) no hubo alteración en la *paretización*. De hecho se puede observar en la Ilustración 40 de la página 101 que las curvas correspondientes a los puntajes teóricos y finales tienen valores muy próximos en todos los puntos.

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Puntaje a Repartir -----> 75														
Tema		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma	Puntaje Teórico	Puntaje Final
1	Sistema Archivo Adecuado (1)	---	5	5	1	5	5	5	5	1	10	42	15,6	15
2	Sitio seguro p/ archivo	0,2	---	1	0,2	0,2	1	0,2	0,2	0,2	5	8,2	3,0	3
3	Son aptos para mantener la confidencialidad	0,2	1	---	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	5	1,9	3
4	Consignación de resultados claros exactos, unívocos, etc	1	5	5	---	5	5	5	5	5	5	41	15,2	15
5	Cumple con punto 13.2 de IRAM 301?	0,2	5	5	0,2	---	5	1	1	1	5	23,4	8,7	8
6	Los informes y Certificados Identifican ensayos subcont?	0,2	1	5	0,2	0,2	---	0,2	1	0,2	1	9	3,3	3
7	¿Existe Modelo de Certificado / Informe?	0,2	5	5	0,2	1	5	---	5	1	5	27,4	10,2	10
8	Documentación de Addendum	0,2	5	1	0,2	1	1	0,2	---	0,2	5	13,8	5,1	5
9	Política aviso al Cliente sobre situaciones anormales	1	5	1	0,2	1	5	1	5	---	5	24,2	9,0	10
10	Proced's comunicación electrónica confiable de resultados	0,1	0,2	1	0,2	5	1	0,2	0,2	0,2	---	8,1	3,0	3
Sumas --->												202,1	75	75

Tabla 26: Matriz de Archivos, Certificados e Informes (Criterio 9.- Procedimiento CoCaLab)

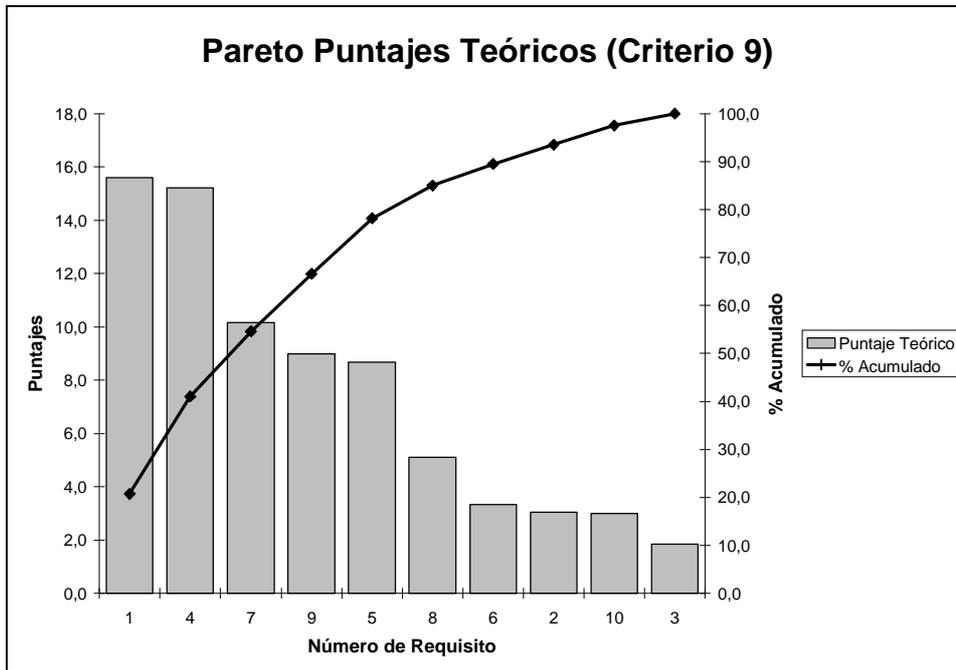


Ilustración 38: Gráfico de Pareto para los Puntajes Teóricos (Criterio 9.- Procedimiento del CoCaLab)

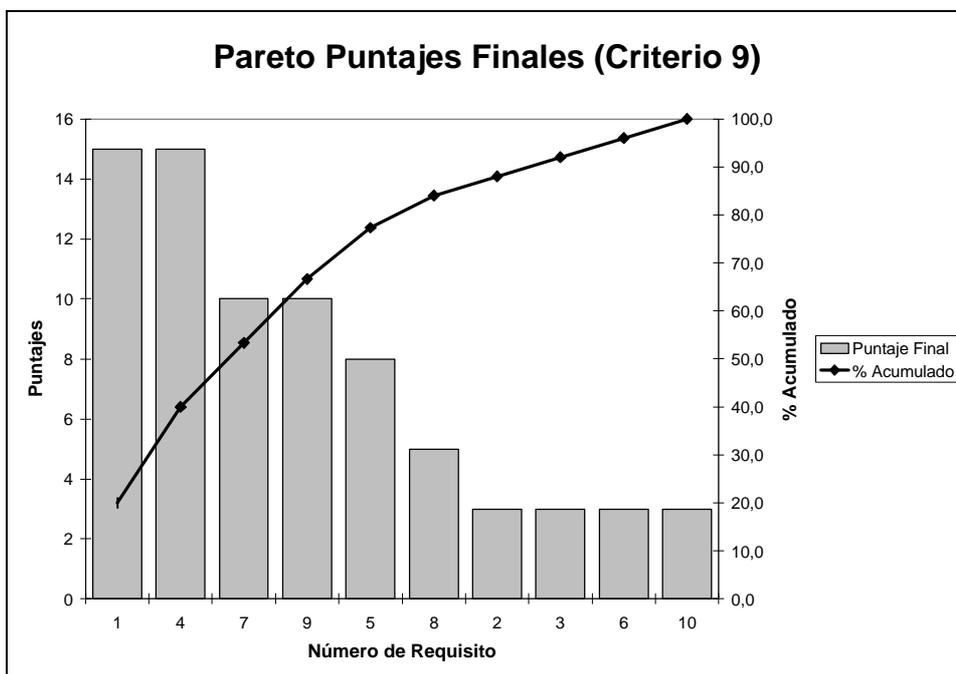


Ilustración 39: Gráfico de Pareto para los Puntajes Finales (Criterio 9.- Procedimiento CoCaLab)

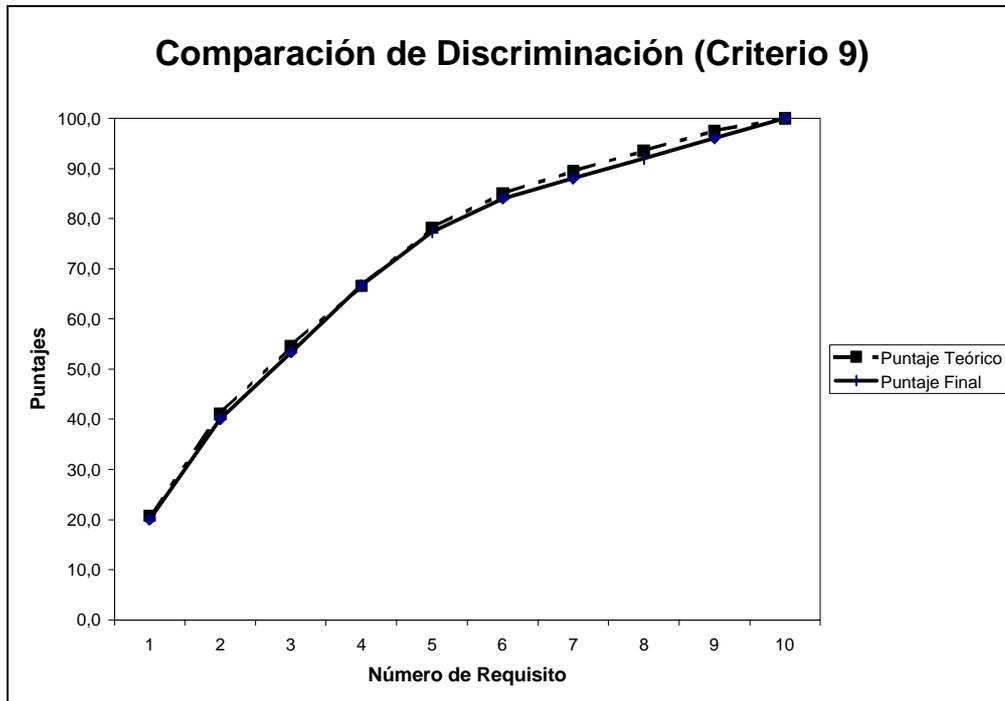


Ilustración 40: Comparación del poder de discriminación de los puntajes (Criterio 9.- Procedimiento CoCaLab)

#### 3.1.1.1.11 Matriz de Subcontrataciones, Servicios de Apoyo y Proveedores Externos, Reclamos (Criterio 10)

Este último criterio sólo contenía cinco requisitos (Tabla 27). Se realizaron dos ajustes hasta llegar a los puntajes finales.

Si bien en los puntajes teóricos hubo empate entre dos requisitos (el 5 y el 1), es cierto que el puntaje teórico del atributo 4 es prácticamente igual al de los anteriores, con lo cual se puede afirmar que no se obtuvo una buena discriminación. Obsérvese que en lugar de una curva típica de un diagrama de Pareto nos encontramos con prácticamente una recta que abarca desde el primer al cuarto requisito (Ilustración 41, página 102). Los ajustes posteriores (Ilustración 42 e Ilustración 43) sólo acentuaron este comportamiento y bajaron aún más el nivel de discriminación.

En las tres curvas de porcentaje acumulado de la Ilustración 44 de la página 104 se puede observar el comportamiento mencionado a lo largo de todo el proceso.

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Puntaje a repartir -----> 50										
Tema		1	2	3	4	5	Suma	Puntaje Teórico	Primer Ajuste	Puntaje Final
1	Cumplimiento de la Norma por laboratorios subcontratados	---	10	1	1	0	12,2	9,1	9,0	10
2	Registro de Evaluación de Competencia de Subcontratistas	0	---	0	0	0	0,4	0,3	3,0	5
3	Confiabilidad de los servicios de apoyo y proveedores externos	1	10	---	1	0	12,1	9,0	9,0	10
4	Procedimiento de Recepción y Prueba de equipos	1	10	1	---	0	12,2	9,1	9,0	10
5	Procedimiento para Reclamos de los Clientes	5	10	10	5	---	30	22,4	20,0	15
Sumas -->							66,9	50	50	50

Tabla 27: Matriz de Subcontrataciones, Servicios de Apoyo y Proveedores Externos, Reclamos (Criterio 10.- Procedimiento CoCaLab)

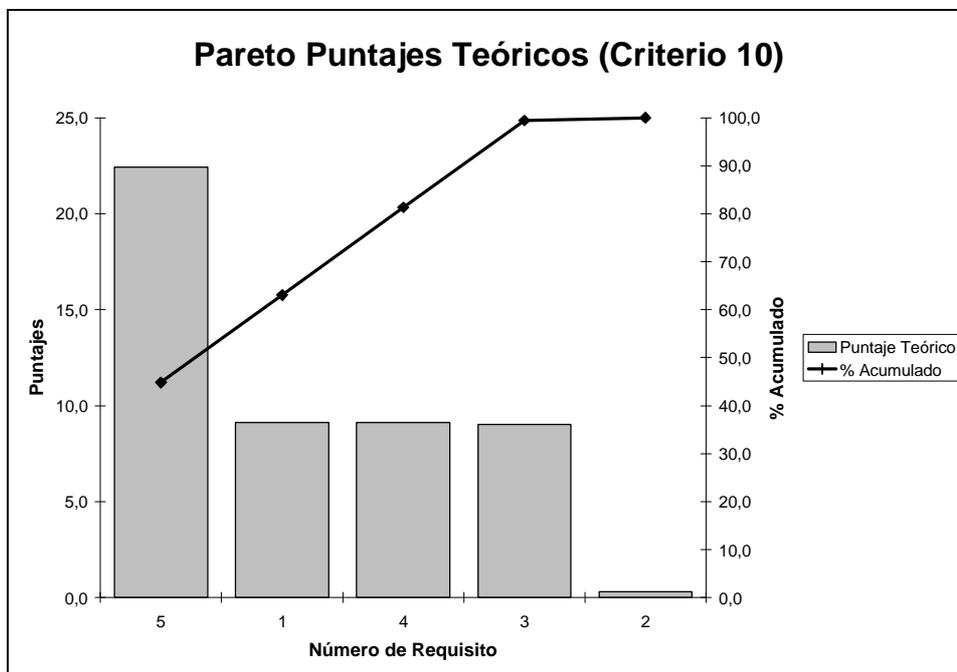


Ilustración 41: Gráfico de Pareto para los Puntajes Teóricos (Criterio 10.- Procedimiento CoCaLab)

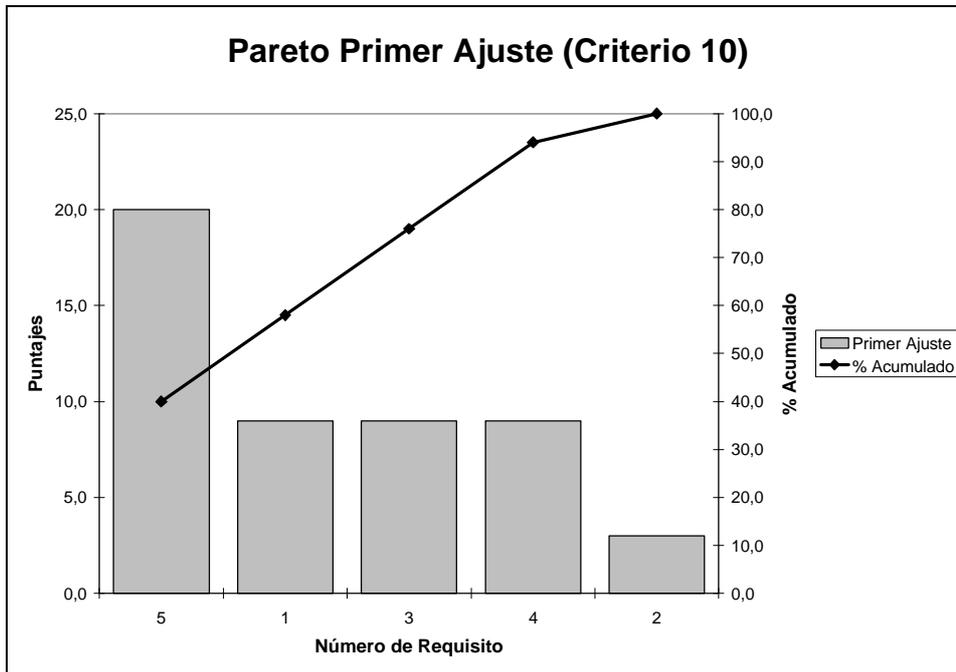


Ilustración 42: Gráfico de Pareto para el Primer Ajuste (Criterio 10.- Procedimiento CoCaLab)

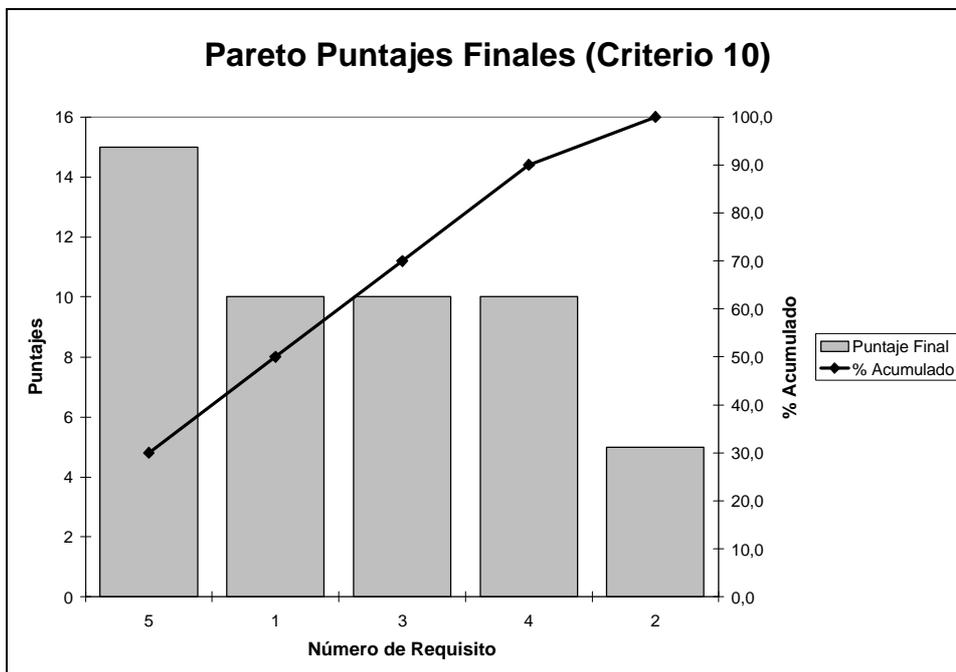


Ilustración 43: Gráfico de Pareto para los Puntajes Finales (Criterio 10.- Procedimiento CoCaLab)

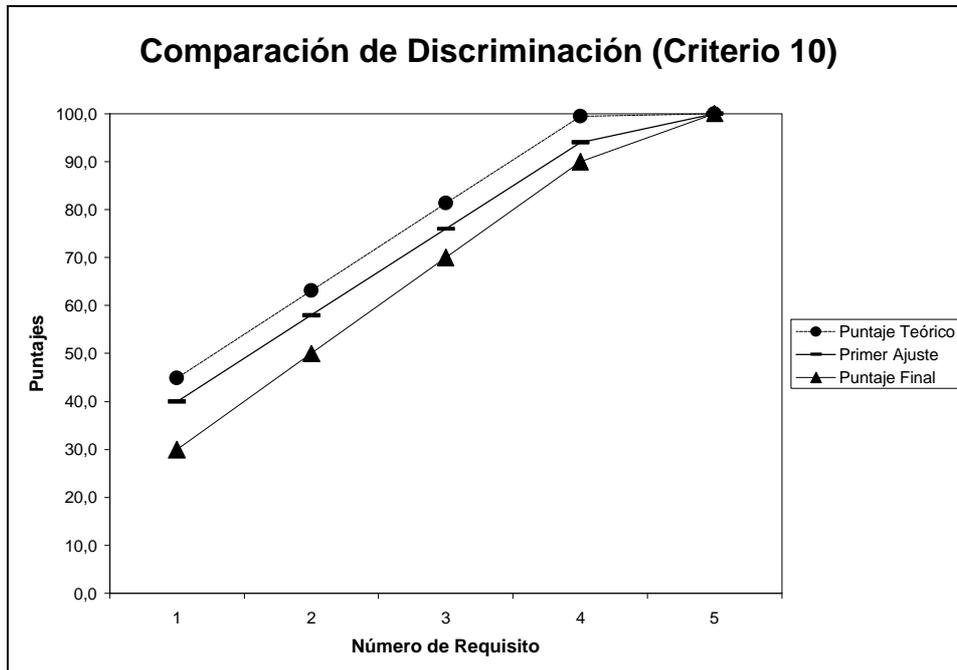


Ilustración 44: Comparación del poder de discriminación de los puntajes (Criterio 10.- Procedimiento CoCaLab)

### 3.1.2 A los Requisitos de la norma ISO 17025

Los miembros del CoCaLab acordaron trabajar con la traducción al español de la Norma ISO 17025, disponible en el momento en que se realizaron los trabajos.

La estructura de la norma se diferencia de la del procedimiento del CoCaLab en que divide los requisitos dos *conjuntos* o *listas*: los de gestión (capítulo 4 de la norma) y los técnicos (capítulo 5), con 14 y 10 requisitos generales respectivamente. El procedimiento del CoCaLab tenía agrupados los requisitos generales en un único listado.

Había dos alternativas para la organización de las listas de verificación: elaborar un listado para cada conjunto de requisitos (los requisitos de gestión y los técnicos), respetando el criterio de la norma, o agrupar a todos los requisitos generales en una única lista. Se consideró más adecuada la primera opción.

En cuanto a la asignación de puntajes, también se plantearon dos opciones:

- **Asignar a priori puntajes a cada lista de requisitos generales**, repartiendo entre las mismas los 1000 puntos. Esos puntajes se reparten entre los requisitos específicos de cada lista mediante el método de matrices de priorización (una matriz para el punto 4 de la norma y otra para el punto 5). El número de comparaciones requerido para obtener los puntajes generales era de  $14(13/2)+10(9/2)=136$ .
- **Hacer una única matriz para todos los requisitos generales**, estableciendo puntajes para los mismos y luego obtener el puntaje asignado a cada lista sumando los de los requisitos generales que la componen. El número de comparaciones requerido en este caso es de  $24(23/2)=276$  comparaciones.

La segunda opción se descartó por el gran número de comparaciones requeridas y por obligar al grupo a comparar entre sí aspectos que habían sido separados en la norma por razones conceptuales.

La asignación de los puntajes para cada lista no se podía hacer con la herramienta matricial. Se utilizó el mecanismo de discusión y consenso entre los miembros del CoCaLab para establecer los pesos relativos de las mismas.

Durante esa discusión se plantearon tres posturas:

- 1) **Se debía asignar igual peso a cada tema:** El argumento a favor de esta postura era que si no hay rigurosidad técnica, no se puede realizar bien los ensayos y por tanto los resultados de los mismos no son confiables. Si hay fallas en el sistema de Gestión podría darse que no se detectaran las fallas técnicas, que se transcribieran mal los resultados y que no se corrigieran o previnieran los errores metodológicos.

Desde que apareció la norma ISO 25 se decía en muchos medios que el Sistema era un agregado meramente formal a la presentación de los resultados de los ensayos y calibraciones. Según esta postura no se asignaba importancia al mismo. La tendencia actual es considerarlo tan importante como el aspecto técnico.

- 2) **El sistema debía pesar más en el resultado:** A favor de esta postura estaba el hecho de que el mismo sistema es aplicable para todos los ensayos que van a ser acreditados, por lo cual no podía ser que cada ensayo en sus aspectos técnicos pesara tanto como el sistema, que es la base que soporta todo.
- 3) **El aspecto técnico debía pesar más que el sistema:** Esta postura se sostenía en el concepto de que sin pericia técnica, equipamiento adecuado, instalaciones acordes con las necesidades y experiencia demostrada, no se podía garantizar buenos resultados, por lo cual en ese caso el sistema sería una colección de buenos propósitos.

Se comentó que aún entre organismos acreditadores se presentaban diferencias de criterio sobre cuál aspecto era más importante. Algunos designaban como líderes de los grupos de auditores a los especialistas técnicos y otros a los de sistemas.

Se acordó asignar el mismo peso a ambas listas, con 500 puntos para cada una, agregando a las consideraciones anteriores que entre los requisitos técnicos hay algunos, como "personal" e "informes" que podrían considerarse del sistema, al cual se le está entonces agregando esos puntos en forma implícita.

### 3.1.2.1 *Matriz de Requisitos de Gestión*

La Tabla 28, en la página 107, contiene la matriz de los Requisitos de Gestión.

En el caso de la experiencia con la norma ISO 17025, se vio que al completar la matriz del tema de Gestión con los puntajes teóricos, el atributo con mayor puntaje obtuvo 82 puntos y el de menor puntaje, 3.

Ya se había discutido que estos puntajes eran los necesarios y suficientes para establecer un orden de prioridad en una toma de decisiones, pero que no resultaban prácticos a la hora de utilizarlos para una evaluación con asignación de puntajes. Un ejemplo de esto es el puntaje teórico que obtuvo en la matriz el requerimiento de Acciones Preventivas (2 puntos). Dicho resultado implicaba un bajo nivel de prioridad, pero no la valoración final que se le dió al tema en el procedimiento de evaluación (en nuestro caso 10 puntos).

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Puntaje a repartir ----->500																		
Tema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Suma Fila	Puntaje Teórico	Puntaje Final	
1	Organización y Gestión.	---	0,2	5	5	10	5	5	1	5	5	10	5	5	1	62,2	69	60
2	Sistemas de la Calidad.	5	---	5	5	5	10	5	1	5	5	10	1	5	5	67	75	60
3	Control de los Documentos.	0,2	0,2	---	5	1	5	1	0,2	5	0,2	5	1	0,2	0,2	24,2	27	30
4	Revisión del Pedido, Oferta o Contrato.	0,2	0,2	0,2	---	5	5	5	1	5	1	5	1	5	1	34,6	39	40
5	Subcontratación de ensayos y calibraciones	0,1	0,2	1	0,2	---	5	0,2	0,2	5	1	5	0,2	0,2	0,2	18,5	21	20
6	Adquisición de Servicios y Suministros.	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	---	1	5	1	0,2	5	0,2	0,2	0,2	13,7	15	20
7	Servicios al Cliente.	0,2	0,2	1	0,2	5	1	---	5	5	1	5	0,2	0,2	0,2	24,2	27	30
8	Reclamos.	1	1	5	1	5	0,2	0,2	---	5	5	10	0,2	0,2	1	34,8	39	40
9	Control de No Conformidades.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	0,2	0,2	---	0,2	5	0,2	0,2	0,2	8,2	9	10
10	Acciones Correctivas.	0,2	0,2	5	1	1	5	1	0,2	5	---	10	1	0,2	0,2	30	33	40
11	Acciones Preventivas.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	---	0,2	0,2	0,2	2,2	2	10
12	Registros.	0,2	1	1	1	5	5	5	5	5	1	5	---	5	5	44,2	49	40
13	Auditorías Internas.	0,2	0,2	5	0,2	5	5	5	5	5	5	5	0,2	---	5	45,8	51	50
14	Revisiones por la Dirección.	1	0,2	5	1	5	5	5	1	5	5	5	0,2	0,2	---	38,6	43	50
Suma ----->															448,2	500	500	

Tabla 28: Matriz de Requisitos de Gestión de la Norma ISO 17025

Con respecto al proceso de elaboración de la matriz, se generaron intercambios de opiniones entre los miembros del CoCaLab, de los cuales se destacan los siguientes:

*Organización y Gestión contra Sistemas de la Calidad:*

Se consideró que ambos son igualmente importantes, dado que la organización hace a la identidad y la vida legal del laboratorio y a las responsabilidades involucradas.

Al comparar la magnitud del esfuerzo para cumplir con el requisito de Organización se convino que el mismo es mucho menor que el de armar e implementar un Sistema de la Calidad, por lo cual finalmente se asignó a este último una ponderación de 1/5 para dicha comparación.

Esto es una muestra de que las comparaciones involucran no sólo a la importancia de los atributos comparados, sino a otros factores que hacen al éxito del proyecto para el cual se están tomando las decisiones o se están realizando las priorizaciones. Los factores tenidos en cuenta al comparar pueden incluir dificultad de implementación, costos, líneas de crédito disponibles, aspectos presupuestarios (esto es relevante al tratarse de organismos públicos), secuencias lógicas y política empresarial.

Al comparar la columna 8 (reclamos) contra la fila 1 (organización), se decidió que el manejo de los reclamos es tan importante como la organización, pues expresa insatisfacción de los clientes que reciben los certificados, protocolos o informes de ensayos o calibraciones.

Es importante resolver cada reclamo en forma rápida y eficaz, pero además resulta de mucha relevancia tener en cuenta el precepto de que por cada reclamo realizado puede haber muchas situaciones de insatisfacción de los clientes que no llegan a transformarse en reclamos. Por ello se suele considerar a los reclamos realizados como oportunidades para detectar causas de insatisfacción de los destinatarios del servicio.

Ante un reclamo se debe actuar resolviendo el caso puntual y explorando las causas del mismo para verificar si pudo haber consecuencias que abarquen a otros clientes y así subsanar los problemas generados o prevenir los problemas potenciales.

En este punto se debe aclarar el marco teórico en el que se efectúa estas comparaciones: se está tomando el caso de un laboratorio que está desarrollando su sistema y por lo tanto debe priorizar acciones dentro de un proyecto de desarrollo.

Distinto resultado darían las comparaciones si se tratara de un laboratorio con el sistema establecido pero con poca experiencia de aplicación. También cambiarían si se hicieran para un laboratorio acreditado dos o más años atrás.

Por ejemplo, las Acciones Preventivas obtuvieron una prioridad muy baja en estas comparaciones, debido a que en una etapa inicial se tiende a resolver problemas propios de la puesta en marcha. En un laboratorio con un Sistema de Calidad que hubiera funcionado por un tiempo, las acciones preventivas deberían ser muy importantes, pues los proyectos del laboratorio deberían enfocar a ese ámbito.

Imaginemos el caso de un laboratorio que hace diez años está trabajando con Aseguramiento de la Calidad y que sigue teniendo muchos reclamos. Esto significa que no está mejorando con el paso del tiempo y en consecuencia debe actuar sobre las acciones correctivas y preventivas con mucho énfasis. En un laboratorio novel ni se notaría este problema, o al menos no tendría importancia comparado con los otros desafíos.

Por último, al comparar el punto 6 (Compras) con el 7 (Servicios al Cliente) se asignó igual prioridad a ambos (1 punto). Esto es válido para un laboratorio nuevo que está desarrollando proveedores y no dispone de un seguimiento de los mismos. En un laboratorio maduro, la comparación hubiera dado 0,2 o 0,1 puntos, pues el servicio a los clientes es mucho más importante y complicado que mantener los proveedores bajo control.

Se ve entonces que la madurez del sistema condiciona los resultados de las comparaciones y por lo tanto la prioridad y puntuación que obtendrán los atributos.

Como conclusión a este razonamiento, se considera muy importante que una evaluación, con ponderación de puntajes, aclare perfectamente el contexto de aplicación para que se prevenga una utilización errada del mismo.

En el caso de la posible aplicación de este sistema por un organismo de acreditación, como por ejemplo el Organismo Argentino de Acreditación, la lista debería realizarse en una primera acreditación para un laboratorio en condiciones de acreditar y con cierto grado de madurez en el uso del sistema.

En la Ilustración 45 se puede observar que con el 40% de los requisitos específicos del listado (los seis prioritarios) se obtiene el 65% del puntaje. En la Ilustración 46, correspondiente a los puntajes finales, se observa que, tal cual lo que sucedió en general con las matrices del procedimiento del CoCaLab, se redujo el porcentaje del puntaje que representan los seis requisitos prioritarios al 60%.

Como consecuencia del ajuste bajó el puntaje del requisito número 12 (registros) , el cual quedó fuera de los cuatro puntajes más altos.

Otros descensos de puntajes se registraron en los requisitos 1 (organización y gestión) y 2 (sistemas de la calidad), con 9 y 15 puntos respectivamente.

Subieron los puntajes de los requisitos 6 (adquisición), 10 (acciones correctivas), 11 (acciones preventivas) y 14 (revisiones por la dirección).

En ningún caso se realizaron ajustes muy pronunciados. Esto se puede comprobar gráficamente en las ilustraciones mencionadas y en forma general en la Ilustración 47 de la página 114.

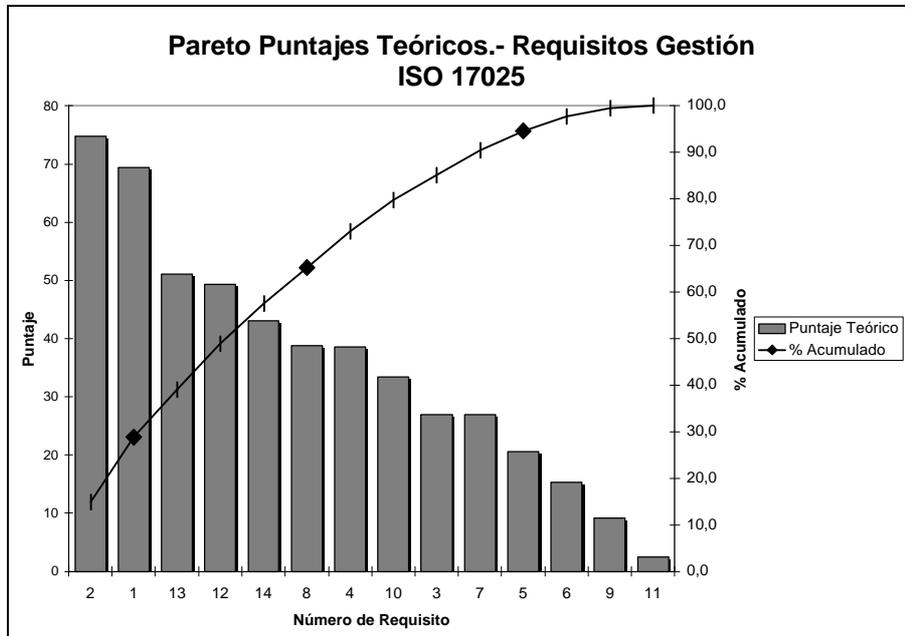


Ilustración 45: Puntajes teóricos de los Requisitos de Gestión.- ISO 17025

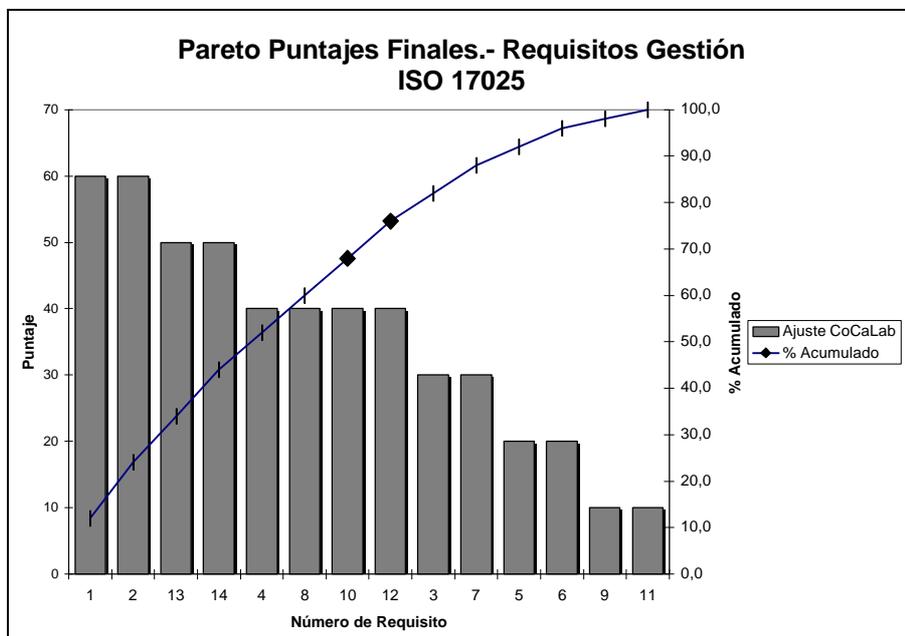


Ilustración 46: Puntajes finales de los Requisitos de Gestión.- ISO 17025

3.1.2.1.1 Aplicación de un método analítico para la obtención de los puntajes finales de los requisitos.

Se realizó una prueba de ajuste de puntajes por el método analítico de los puntajes teóricos de la Tabla 28 de la página 107, utilizando la metodología establecida en el punto 2.1.2 (página 49), con los siguientes resultados:

a) Valores del puntaje teórico máximo, mínimo y el rango.

Máximo	75
Mínimo	2
Rango	73
Número de Divisiones	5
Amplitud de cada zona	15

b) Delimitación de las cinco zonas de puntaje

Número de Zona	Prioridad	Abreviatura	Rango de puntajes
1	Muy Baja	MB	$0 \leq p < 15$
2	Baja	B	$15 \leq p < 30$
3	Media	M	$30 \leq p < 45$
4	Alta	A	$45 \leq p < 60$
5	Muy Alta	MA	$60 \leq p$

**c) Factores de peso:**

Prioridad	Factor de peso ( $f_i$ )
MA	5
A	4
M	3
B	2
MB	1

**d) Lista de atributos ordenada por puntajes:**

Tema	2	1	13	12	14	8	4	10	3	7	5	6	9	11
Puntaje Teórico	75	69	51	49	43	39	39	33	27	27	21	15	9	2

**e) Establecer la cantidad de temas que entran en cada zona.**

Zona	Límites	Cantidad ( $n_i$ )
1	$60 \leq p$	2
2	$45 \leq p < 60$	4
3	$30 \leq p < 45$	4
4	$15 \leq p < 30$	2
5	$0 \leq p < 15$	2

**f) Tabla para obtener los puntajes de cada pregunta.**

Factores de peso ( $f_i$ )	Cantidad de Ocurrencias ( $n_i$ )	Sumas	Puntaje de cada pregunta	Total por nivel
1	2	2	13	25
2	4	8	25	100
3	4	12	38	150
4	2	8	50	100
5	2	10	63	125
Sumatorias ->	14	40		500

**7. Puntajes finales:**

Requisito	Puntaje Teórico	Puntaje Analítico	Analítico Ajustado
2	75	62,5	65
1	69	62,5	65
13	51	50	50
12	49	50	50
14	43	37,5	40
8	39	37,5	40
4	39	37,5	40
10	33	37,5	40
3	27	25	20
7	27	25	20
5	21	25	20
6	15	25	20
9	9	12,5	15
11	2	12,5	15
	Suma----->	504	500

La Ilustración 47 permite verificar gráficamente que los resultados obtenidos a través del ajuste consensuado por el CoCaLab y el analítico obtuvieron resultado tan similares que resulta difícil diferenciar las curvas correspondientes.

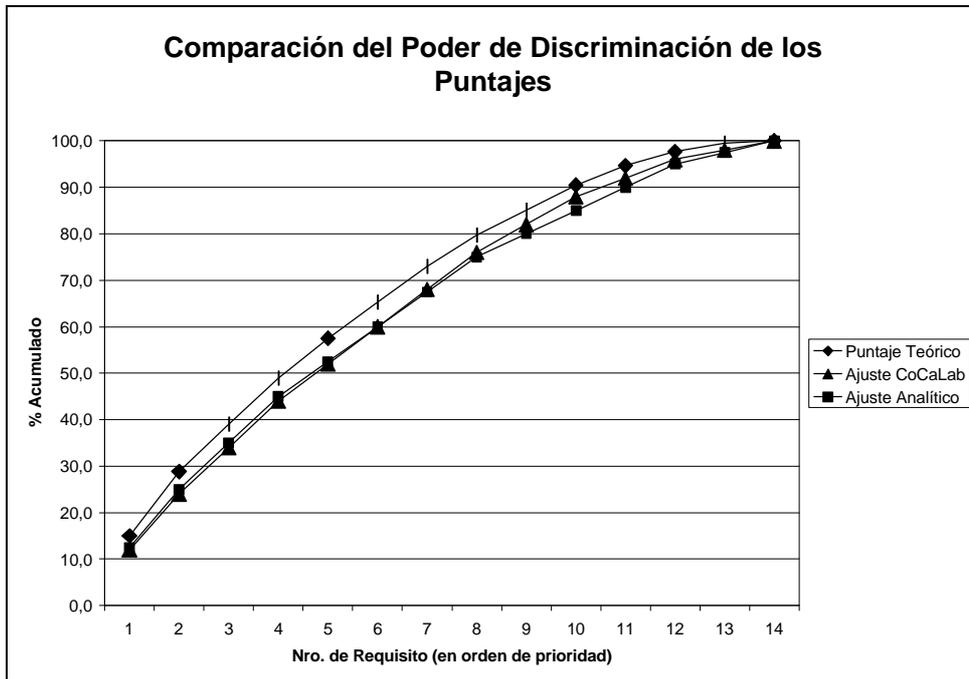


Ilustración 47: Comparación de puntajes para los Requisitos de Gestión.- ISO 17025

Se observa que, si bien en algunas preguntas se obtienen diferencias significativas entre los puntajes que obtuvimos por aproximación, se puede inferir que aplicando la valoración por el método analítico fue muy buena pues permitió llegar fácilmente al número de zonas planteadas como premisa.

El autor realizó accesoriamente pruebas de ajuste con otros factores de ponderación, con el objeto de verificar si se podía utilizar el método para transformar resultados poco *paretizados* en otros con mejor poder de discriminación.

Se utilizaron las series de factores de peso [1,2,3,5,10] y [1,2,3,6,12]. Los resultados se resumen en la Ilustración 48. Se puede notar que las series alternativas han producido el efecto buscado, obteniéndose una *paretización* de los resultados. Esto puede ser aplicado cuando se obtienen resultados muy próximos y se desea que la evaluación tenga marcada priorización de los efectos deseados.

La Tabla 29 contiene los resultados de aplicar el método analítico con dichos factores de peso.

Si el objetivo es obtener la máxima *paretización*, se considera recomendable el conjunto [1,2,3,6,12]. Si se pretende obtener discriminación sin resultados extremadamente altos y bajos se recomienda el conjunto de factores de peso [1,2,3,4,5].

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Orden	Requisito	Analítico [1,2,3,4,5]	% Acumulado	Analítico [1,2,3,5,10]	% Acumulado	Analítico [1,2,3,6,12]	% Acumulado
1	2	62,5	12,5	96	19	103	21
2	1	62,5	25	96	38	103	41
3	13	50	35	48	48	52	52
4	12	50	45	48	58	52	62
5	14	37,5	52,5	29	63	26	67
6	8	37,5	60	29	69	26	72
7	4	37,5	67,5	29	75	26	78
8	10	37,5	75	29	81	26	83
9	3	25	80	19	85	17	86
10	7	25	85	19	88	17	90
11	5	25	90	19	92	17	93
12	6	25	95	19	96	17	97
13	9	12,5	97,5	10	98	9	98
14	11	12,5	100	10	100	9	100

Tabla 29: Resultados obtenidos al ajustar analíticamente los puntajes con distintos factores de peso

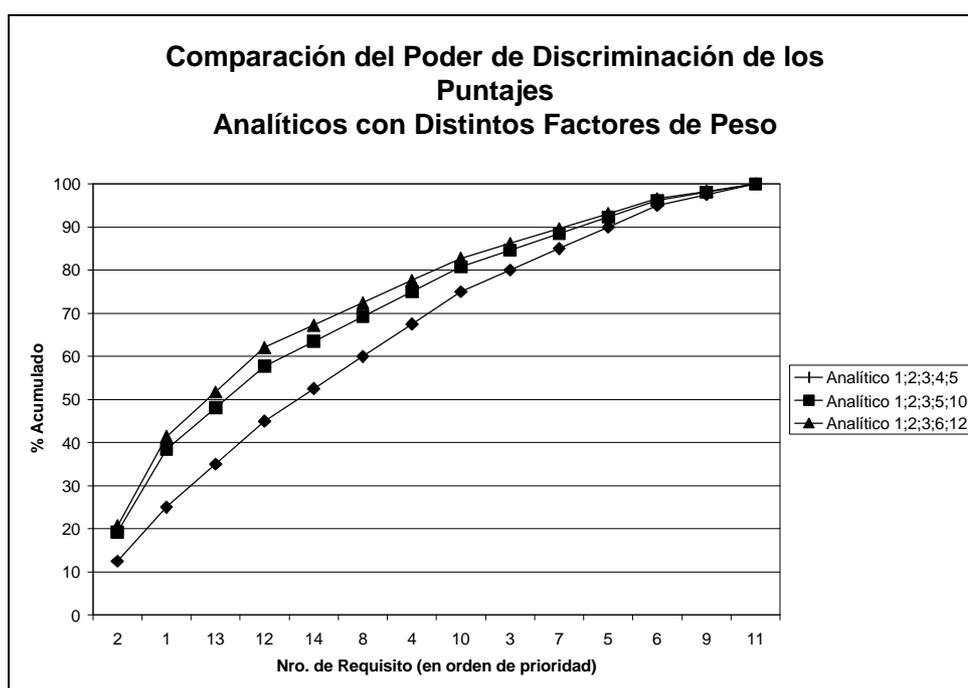


Ilustración 48: Comparación de los resultados en el poder de discriminación al variar los factores de peso del método analítico

La aplicación de este método para obtener puntajes cuando abrimos cada atributo en los factores que lo componen parecería a esta altura altamente recomendable, pues en ese caso tendremos en juego un máximo de 80 puntos a disputar entre diez o más preguntas, con lo cual es incluso mucho definir cinco niveles de importancia; el máximo número de niveles de importancia recomendable podría ser de dos o tres.

Sin embargo, no parece tampoco aconsejable en la apertura de cada atributo utilizar el método de matrices de priorización empleado hasta ahora, sino uno que permita obtener directamente el nivel de prioridad relativa entre las preguntas.

### 3.1.2.2 *Matriz de Requisitos Técnicos*

Del desarrollo del análisis de los requisitos técnicos, se convino en que los pilares de los aspectos técnicos son el Personal, los Métodos y el Equipamiento.

El personal debe actualizar permanentemente sus conocimientos y no usar tecnología antigua. No basta con hacer las cosas bien en el laboratorio, sino que hay que ser el mejor en las prácticas metrológicas.

El método debe seleccionarse para ser el mejor en el ensayo, teniendo en cuenta la necesidad de buscar permanentemente la mejora de este proceso. Cuando hablamos del mejor, significa no sólo hacer hincapié en la calidad metrológica, sino también en los costos, los tiempos, la facilidad de trazar las mediciones y en todo otro aspecto que haga a la eficacia y a la eficiencia del método.

No sólo es importante que el equipamiento sea actualizado, sino en especial que reciba el mantenimiento y calibración necesarios para garantizar que mantiene sus propiedades originales o que las ha mejorado a través de su optimización.

También surgió al analizar el contexto, que se está hablando de un laboratorio de ensayos y la calibración y no de uno dedicado al desarrollo. En un laboratorio de desarrollo entran en juego otros atributos de la calidad o prácticas, como por ejemplo la revisión entre pares y los referatos.

Se discutió igualmente la importancia de que un laboratorio se maneje como una pequeña empresa, sabiendo contra quiénes compite y tratando de superar a los otros en su calidad de servicio y resultados.

Otro tema relevante resulta ser la trazabilidad de las mediciones. Hasta hace relativamente poco tiempo se concedía importancia al tema, pero casi en un nivel de propósitos académicos. Actualmente la trazabilidad es un atributo fundamental para el reconocimiento entre laboratorios que hacen ensayos similares.

A continuación se presenta la matriz con los resultados para los Requisitos Técnicos.

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Puntaje a repartir -----> 500															
Tema		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suma	Puntaje Teórico	Primer Ajuste	Puntaje Final
1	Requerimientos Generales.	---	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1,5	3,3	10	20
2	Personal.	10	---	5	1	1	5	5	10	5	5	47	104,5	100	90
3	Condiciones de Locales y Ambiente.	5	0,2	---	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	7,4	16,5	20	20
4	Métodos de Ensayos y Calibraciones.	10	1	5	---	1	5	5	5	5	5	42	93,4	90	90
5	Equipamiento	10	1	5	1	---	5	5	5	5	5	42	93,4	90	90
6	Trazabilidad de las Mediciones.	5	0,2	5	0,2	0,2	---	1	1	5	5	22,6	50,3	50	50
7	Muestreo.	5	0,2	5	0,2	0,2	1	---	1	1	1	14,6	32,5	30	30
8	Manipulación de Artículos.	5	0,1	5	0,2	0,2	1	1	---	0,2	0,2	12,9	28,7	30	30
9	Aseguramiento de los Resultados.	5	0,2	5	0,2	0,2	0,2	1	5	---	5	21,8	48,5	50	50
10	Informes de Resultados.	5	0,2	1	0,2	0,2	0,2	1	5	0,2	---	13	28,9	30	30
Sumas ---->												224,8	500	500	500

Tabla 30: Matriz de Requisitos Técnicos de la Norma ISO 17025

### **3.2 APLICACIÓN DE MÉTODOS DE PONDERACIÓN DIRECTA DE LOS ATRIBUTOS**

Durante el desarrollo de las experiencias con las matrices de priorización se encontró que el método era muy potente en su posibilidad de discriminar prioridades, desempataando las mismas en donde parecía imposible lograrlo. Sin embargo, dicha herramienta no resultaba útil para realizar un consenso entre muchos especialistas, por problemas de dinámica grupal y por dificultad de reunir a un gran grupo durante un tiempo prolongado. También se consideraba necesario probar otros métodos alternativos para validar lo ya realizado.

A tal efecto, se realizaron experiencias con un método basado en ponderar niveles de prioridad para cada uno de los atributos, mediante consenso directo de especialistas y por el método Delphi.

La ventaja de dichos métodos residía en la baja cantidad de análisis que debería realizar el grupo de trabajo. Para N atributos se hacen N consideraciones, contra las  $2^{1N(N-1)}$  comparaciones necesarias para las matrices.

La metodología adoptada se describe en el punto IV-2.2 del presente trabajo. Específicamente se analiza el método de Ponderación directa por consenso grupal en el punto 2.2.1 del presente capítulo (página 55) y el de Ponderación directa utilizando el método de Delphi en el 2.2.2 (página 57).

### 3.2.1 Método de Ponderación Directa por Consenso

Se realizó una prueba de aplicación del método a los Requisitos Técnicos de la Norma ISO 17025. El grupo de expertos consultado fue nuevamente el CoCaLab.

Al iniciar la reunión, el autor del presente trabajo repartió a los miembros de dicho grupo una copia de un formulario similar al siguiente:

	Tema	Prioridad (*)		
		B	M	A
5.1	Requerimientos Generales.			
5.2	Personal.			
5.3	Condiciones de los Locales y Ambiente.			
5.4	Métodos de Ensayos y Calibración.			
5.5	Equipamiento.			
5.6	Trazabilidad de las mediciones.			
5.7	Muestreo.			
5.8	Manipulación de Artículos de Ensayos y Calibración.			
5.9	Aseguramiento de los resultados de los ensayos y calibraciones.			
5.10	Informes de Resultados.			

Ilustración 49: Formulario para Ponderación del Punto 5 (Requisitos Técnicos).

Las columnas B, M y A denotan baja, media y alta prioridad, tal cual lo mencionado en los puntos 2.1.2 c) y d) de la página 50 y 3.1.2.1.1 b) y c) de la página 112.

Se pidió a cada uno de los participantes que asignara en forma personal la prioridad que consideraba más adecuada para cada tema, teniendo en cuenta que no se hablaba de importancia, sino de precedencia. También el autor enfatizó la conveniencia de poner el mayor esfuerzo posible para discriminar los atributos utilizando los tres niveles y no dejar vacante a ninguno.

Los resultados obtenidos con las asignaciones individuales son los siguientes:

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Tema		Prioridad (*)		
		B	M	A
5.1	Requerimientos Generales.		X	
5.2	Personal.			X
5.3	Condiciones de los Locales y Ambiente.		X	
5.4	Métodos de Ensayos y Calibración.			X
5.5	Equipamiento.			X
5.6	Trazabilidad de las mediciones.			X
5.7	Muestreo.			X
5.8	Manipulación de Artículos de Ensayos y Calibración.		X	
5.9	Aseguramiento de los resultados de los ensayos y calibraciones.			X
5.10	Informes de Resultados.		X	

Tabla 31: Resultado del Consenso (Especialista 1)

Tema		Prioridad (*)		
		B	M	A
5.1	Requerimientos Generales.	X		
5.2	Personal.			X
5.3	Condiciones de los Locales y Ambiente.		X	
5.4	Métodos de Ensayos y Calibración.		X	
5.5	Equipamiento.			X
5.6	Trazabilidad de las mediciones.			X
5.7	Muestreo.			X
5.8	Manipulación de Artículos de Ensayos y Calibración.		X	
5.9	Aseguramiento de los resultados de los ensayos y calibraciones.			X
5.10	Informes de Resultados.		X	

Tabla 32: Resultado del Consenso (Especialista 2)

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Tema		Prioridad (*)		
		B	M	A
5.1	Requerimientos Generales.	X		
5.2	Personal.		X	
5.3	Condiciones de los Locales y Ambiente.		X	
5.4	Métodos de Ensayos y Calibración.			X
5.5	Equipamiento.			X
5.6	Trazabilidad de las mediciones.			X
5.7	Muestreo.			X
5.8	Manipulación de Artículos de Ensayos y Calibración.	X		
5.9	Aseguramiento de los resultados de los ensayos y calibraciones.		X	
5.10	Informes de Resultados.		X	

Tabla 33: Resultado del Consenso (Especialista 3)

Tema		Prioridad (*)		
		B	M	A
5.1	Requerimientos Generales.		X	
5.2	Personal.			X
5.3	Condiciones de los Locales y Ambiente.		X	
5.4	Métodos de Ensayos y Calibración.			X
5.5	Equipamiento.			X
5.6	Trazabilidad de las mediciones.			X
5.7	Muestreo.			X
5.8	Manipulación de Artículos de Ensayos y Calibración.		X	
5.9	Aseguramiento de los resultados de los ensayos y calibraciones.			X
5.10	Informes de Resultados.		X	

Tabla 34: Resultado del Consenso (Especialista 4)

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Sumando los votos obtenidos por cada nivel de prioridad de cada atributo (requisito), se obtiene la siguiente tabla:

Tema		Prioridad (*)		
		B	M	A
5.1	Requerimientos Generales.	2	2	
5.2	Personal.		2	2
5.3	Condiciones de los Locales y Ambiente.		4	
5.4	Métodos de Ensayos y Calibración.		1	3
5.5	Equipamiento.			4
5.6	Trazabilidad de las mediciones.			4
5.7	Muestreo.			4
5.8	Manipulación de Artículos de Ensayos y Calibración.	1	3	
5.9	Aseguramiento de los resultados de los ensayos y calibraciones.		1	3
5.10	Informes de Resultados		4	
	Totales ->	3	17	20
	Porcentajes →	7,5	42,5	50

Tabla 35: Resultado de los votos (Recuento de los votos)

En la misma se puede ver que en esta clasificación, a priori hubo una fuerte tendencia a no discriminar los resultados en los tres niveles de prioridad. En el nivel de baja prioridad se registró el 7,5% en lugar del 33% que se hubiera dado si se no hubiera habido dificultad para discriminar en grupos de tamaños uniformes por este método.

Se nota, sin embargo, que en cinco casos hubo una coincidencia total de los participantes, con cuatro votos en el mismo nivel de prioridad para el atributo analizado (5.3, 5.5, 5.6, 5.7 y 5.9). En tres casos (5.4, 5.8 y 5.9) se encuentra una fuerte mayoría de votos volcado a un mismo nivel de prioridad. En los dos restantes hay un equilibrio entre los votos, que se reparte entre dos niveles en cada caso.

Inmediatamente después de los votos individuales se procedió a obtener un resultado por consenso del grupo. El mismo dio como se ve en la tabla a continuación:

**Priorización por Consenso:**

Tema		Prioridad (*)		
		B	M	A
5.1	Requerimientos Generales.		X	
5.2	Personal.			X
5.3	Condiciones de los Locales y Ambiente.		X	
5.4	Métodos de Ensayos y Calibración.			X
5.5	Equipamiento.			X
5.6	Trazabilidad de las mediciones.			X
5.7	Muestreo.			X
5.8	Manipulación de Artículos de Ensayos y Calibración.		X	
5.9	Aseguramiento de los resultados de los ensayos y calibraciones.			X
5.10	Informes de Resultados.		X	

Tabla 36: Resultado final del consenso

Al observar estos resultados, se ve que los requisitos que habían obtenido tres a cuatro votos para un nivel determinado de prioridad, también obtuvieron ese resultado durante el consenso. Si bien es esperable que esto ocurra en la mayoría de los casos, no debe ser tomado como una regla, pues en el consenso tendría que pesar la fuerza argumental y no la de los votos.

Cabe comentar que:

- En los dos casos empatados, el desempate se dio hacia la más alta priorización.
- El resultado del consenso coincide exactamente con los votos individuales de los especialistas 1 y 3.
- Al consensuar dejó de existir, de hecho, el nivel de priorización bajo.

Resumiendo, parece haber un resultado con dos deficiencias potenciales:

⇒ Influencia en el resultado del que argumenta con más convicción.

⇒ Baja capacidad de discriminación.

Estos resultados son en consecuencia descartables para cálculos de puntajes o prioridad. Para evitar el problema de la influencia argumental se desarrolló el método Delphi, que permite consultar a expertos en forma individual, y obtener un resultado no influido en especial por ninguno de ellos. En el punto IV-3.2.2 se describen los resultados de una encuesta basada en ese método para verificar por una parte las bondades del mismo aplicado a este caso y por otra validar los resultados del análisis de las matrices de priorización contra este otro método.

En cuanto a la asignación de puntajes a cada atributo, al desaparecer el nivel de prioridad baja, se presentó al autor la duda acerca de qué valores adoptar para los factores de peso asignar a los niveles de media y alta prioridad.

Se hizo el ensayo de dos alternativas:

**Primera alternativa:** factores de peso 1 y 2 respectivamente. Se obtuvo 31,25 puntos para las preguntas de media prioridad y 62,5 para las de alta prioridad.

**Segunda alternativa:** factores de peso 2 y 3. Se obtuvieron puntajes de 38,5 y 58 puntos.

Entre ambos casos, a juicio del autor parece ser mejor el primero, por presentar mayor diferencia de puntajes entre ambos lotes, pero sin resultar satisfactorio el resultado por la falta de discriminación ya mencionada.

### 3.2.2 *Método de Delphi*

Se presentan a continuación las experiencias realizadas con dicho método, respetando la secuencia detallada en el punto 2.2.2 del presente capítulo (página 57).

#### 1) **Elaboración del cuestionario:**

Se utilizó el mismo formulario que el utilizado para el consenso grupal (ver Ilustración 49, página 119). Para los requisitos de gestión se utilizó un cuestionario similar al de la Ilustración 50. Los formularios de cinco niveles sólo diferían de los de tres en el agregado de las columnas adicionales.

## Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

La convención utilizada para definir los niveles de prioridad fue la siguiente

MB: muy baja prioridad (sólo en los formularios de cinco niveles)

B: baja prioridad

M: prioridad media

A: alta prioridad

MA: muy alta prioridad (sólo en los formularios de cinco niveles)

	Tema	Prioridad (*)		
		B	M	A
4.1	Organización y Gestión			
4.2	Sistemas de la Calidad			
4.3	Control de los Documentos			
4.4	Revisión del Pedido, Oferta o Contrato			
4.5	Subcontratación de ensayos y calibraciones			
4.6	Adquisición de Servicios y Suministros			
4.7	Servicios al Cliente			
4.8	Reclamos			
4.9	Control de No Conformidades			
4.10	Acciones Correctivas			
4.11	Acciones Preventivas			
4.12	Registros			
4.13	Auditorías Internas			
4.14	Revisiones por la Dirección			

Ilustración 50: Formulario para Ponderación del Punto 4 de la ISO 17025 en tres niveles (Requisitos de Gestión).

### 2) Selección de los expertos:

Para realizar la encuesta Delphi se consultó a un conjunto de 27 especialistas en laboratorios, en gestión de la calidad y a clientes de laboratorios de ensayos y calibraciones. La mayoría de los mismos pertenece a la Comisión Nacional de Energía Atómica.

El objetivo de la consulta era obtener una valoración de la prioridad de cada uno de los requisitos generales de la norma ISO 17025. Como ya se mencionó en el punto 3.1.2 (página 105) la norma divide los requisitos en dos criterios o listados que son los de gestión y los técnicos. Así como en el caso de la priorización por matrices se demostró que el tratamiento separado de los temas disminuía el esfuerzo a la mitad, en este caso resultaba indistinto para el esfuerzo de relevamiento. En cambio, para el tratamiento de los datos desde el punto de vista estadístico resultaba más conveniente tomar los 24 requisitos en un único listado.

Se solicitó a todos los participantes que priorizaran cada atributo, teniendo como marco a un laboratorio que estaba funcionando adecuadamente y decidía implementar un sistema de aseguramiento con el modelo de la norma analizada. Se pedía que, desde el rol que le tocara cada uno (laboratorista, especialista en calidad o cliente de laboratorios) evaluara las prioridades (no la importancia) de cada factor, como si las prioridades estuvieran asociadas a etapas de un proyecto de implementación.

### **3) Envío del cuestionario**

Se enviaron dos encuestas a cada uno:

- Una dividida en cinco niveles de prioridad (Muy Alta, Alta, Media, Baja y Muy Baja).
- Otra dividida en tres niveles (Alta, Media y Baja).

Se presentan en los siguientes puntos los resultados para ambos casos.

Se pidió que trataran de usar todos los niveles, haciendo de cuenta que priorizar representaba considerar a cada nivel de prioridad como etapas de un proyecto con limitaciones en los recursos. Cada requisito debía ponerse en la etapa en que se maximizaran los beneficios del uso de los recursos con el logro obtenido.

El mecanismo para la consulta se basó en el uso del correo electrónico (e-mail), enviando un mensaje con el pedido de colaboración, el cual indicaba el objetivo del trabajo y cuál era la tarea solicitada y rol adjudicado (laboratorista, especialista en gestión de la calidad o cliente). Se adjuntó un documento que contenía el cuestionario para tres y cinco niveles de prioridad y un archivo con el borrador de la norma ISO 17025 para poder aclarar dudas sobre el significado de cada requisito.

### **4) Recopilación de los datos**

Las respuestas se obtuvieron principalmente por e-mail, pero hubo varias que se recibieron por FAX o dictadas por teléfono.

Fue necesario hacer un esfuerzo considerable de seguimiento de las personas consultadas para poder llegar en el término de dos semanas y media a veintisiete respuestas.

La Tabla 37, página 132, contiene el resultado de los votos en tres niveles de cada experto y la Tabla 38, página 133, los de cinco niveles.

Cada fila corresponde a un experto consultado, preservando el anonimato de los autores de cada voto para enfocarse en el tema y no en los votos individuales. Cada columna corresponde a un requisito general. En las celdas se colocó el resultado de cada voto.

- 5) **Tabla de frecuencias.** Para tres niveles se obtuvo la Tabla 39 (página 134) y para cinco la Tabla 40 (página 135).
- 6) **Tabla de frecuencias acumuladas.** Para tres niveles se obtuvo la Tabla 41 (página 136) y para cinco la Tabla 42 (página 137).
- 7) **Tabla de Frecuencias Relativas Acumuladas.** Para tres niveles se obtuvo la Tabla 43 (página 138) y para cinco la Tabla 44 (página 139).
- 8) **Construcción de la tabla final: Asignación de las Prioridades.** Los resultados finales de la priorización se presentan para tres niveles en la Tabla 45, página 140. Para cinco niveles en la Tabla 46 (página 141).

Acerca de los resultados obtenidos para tres niveles se observa que no ha habido ningún requisito clasificado como de baja prioridad (B). En el caso de la encuesta de cinco niveles no hubo ningún resultado con clasificación de baja prioridad (B) o muy baja prioridad (MB). Este resultado llama la atención pues, como se mencionó anteriormente, se solicitó a los expertos que trataran de utilizar todas las prioridades.

Es por este tipo de situaciones que los procesos Delphi se suelen realizar en varias etapas iterativas. El autor planea realizar nuevas etapas de consulta solicitando un esfuerzo adicional por encuadrar una parte más significativa de las respuestas en bandas inferiores de prioridad.

- 9) **Cálculo de los puntajes:** El problema que había que resolver era el de calcular los puntajes, para lo cual se decidió realizar pruebas con distintos factores de ponderación.

En el caso de la lista de tres niveles, que realmente se transformaron en dos, se hicieron pruebas asignando factores de peso con los siguientes valores: [1,2]; [1,3]; [2,3]; [3,4]. Se obtuvieron los resultados de la Tabla 47 (página 142). Ninguna de las combinaciones resulta satisfactoria a juicio del autor para resolver el problema de la falta de discriminación que se produjo al obtener sólo dos niveles de prioridad para los 24 requisitos.

Al realizar la misma operación con los tres niveles que quedaron de la encuesta de cinco (Tabla 48, página 143), se llegó a resultados razonables de discriminación. En este caso se probaron las ternas de factores de peso [1,2,3] [3,4,5] [1,3,9] y [1,2,4].

En la Ilustración 51 de la página 129 se observa que los resultados de la terna [1,2,4] no se distinguen de los de la [1,2,3]. Indudablemente la mejor terna es la [1,3,9] en cuanto al poder de discriminación que aporta. Lo mismo ocurre en los requisitos técnicos (Ilustración 52, página 129).

Una vez descartados los resultados en dos niveles y adoptada la terna con los coeficientes que más discriminan, se tuvo presente que el cálculo de los puntajes se hizo distribuyendo los 1000 puntos de la evaluación entre todos los requisitos generales, sin discriminarlos en las dos partes citadas (gestión y técnicos). Sin embargo, el CoCaLab había decidido anteriormente que a cada lista le correspondían 500 puntos, por lo cual se procedió a recalcular los puntajes de las dos listas, distribuyendo 500 puntos entre los requisitos correspondientes mediante los factores de peso de la terna [1,3,9].

La Tabla 49, página 144, muestra los resultados. Se observa que al respetar los puntajes asignados por el CoCaLab a las listas se llegó a discriminar cinco lotes de puntajes en lugar de los tres que se obtuvieron con una lista única, por lo cual se considera recomendable respetar la división de la norma y los puntajes asignados por el CoCaLab a los requisitos de gestión y técnicos (500 puntos a cada uno).

Se pueden observar gráficamente los resultados en la Ilustración 53 (página 130) para el cómputo en una única lista. La Ilustración 54 (página 130) muestra los cinco lotes y se nota además una mejor *paretización*. En la Ilustración 55, página 131, se puede observar una mejor *paretización* al dividir en dos listas.

Estos resultados indican que si luego de realizar dos rondas más de la encuesta Delphi, se logra obtener una discriminación en cuatro o cinco niveles para los niveles de prioridad, se podrían obtener resultados en seis a diez lotes, al dividir a los requisitos en dos listados.

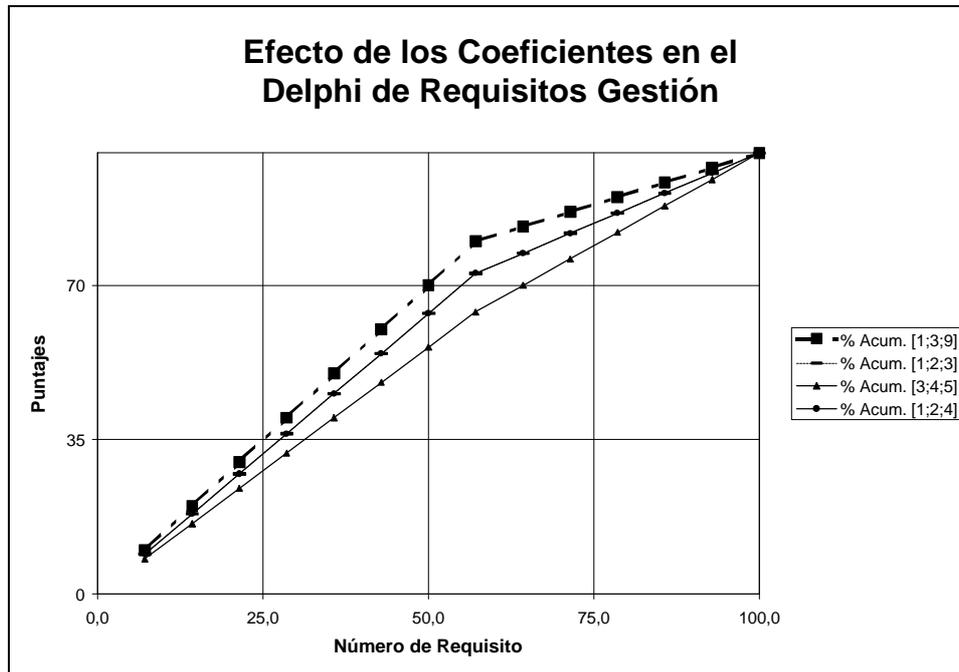


Ilustración 51: Efecto de los coeficientes sobre el puntaje (Requisitos de Gestión)

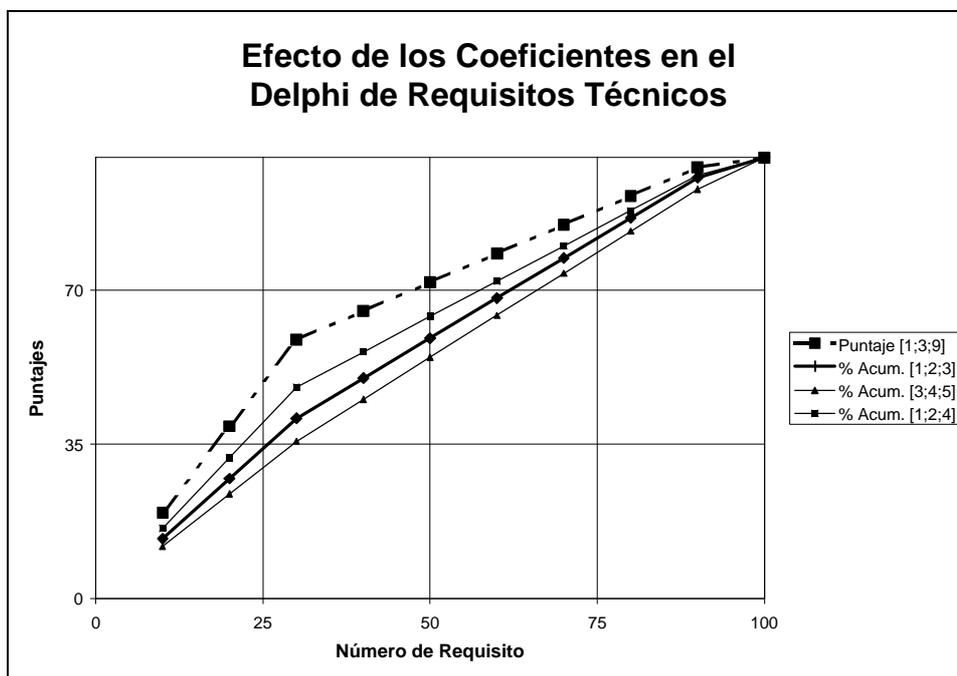


Ilustración 52: Efecto de los coeficientes sobre el puntaje (Requisitos Técnicos)

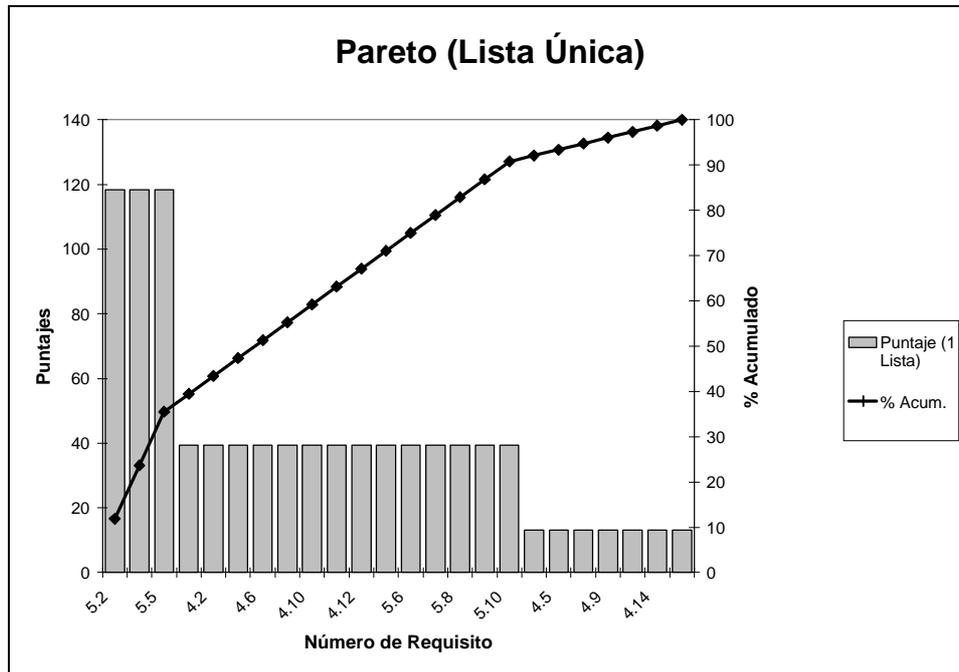


Ilustración 53: Gráfico de Pareto al utilizar listado único para el cómputo del puntaje

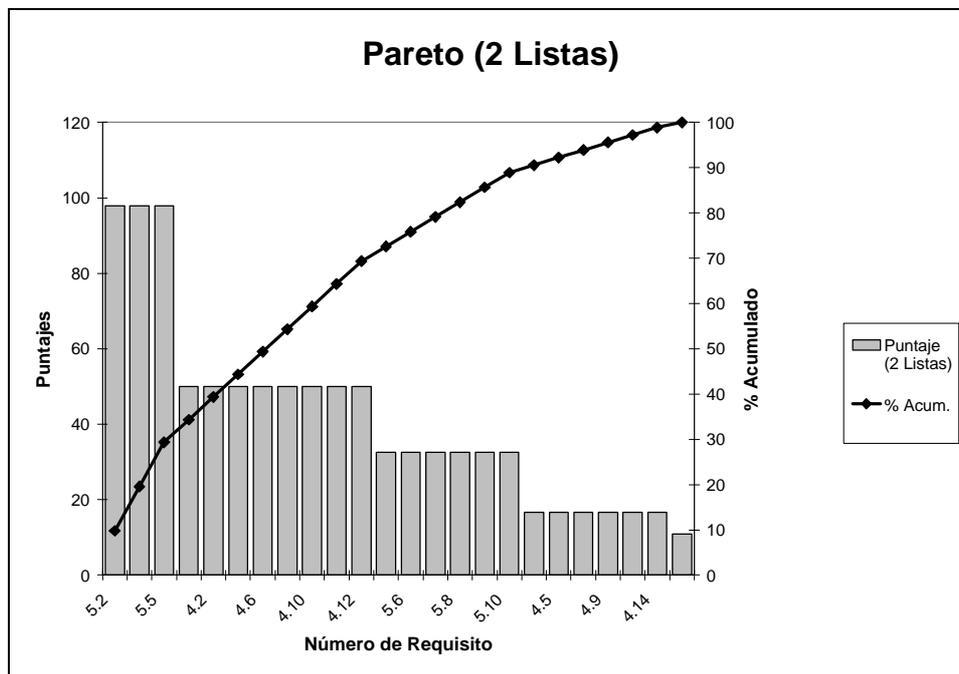


Ilustración 54: Gráfico de Pareto al dividir en dos lista de 500 puntos.

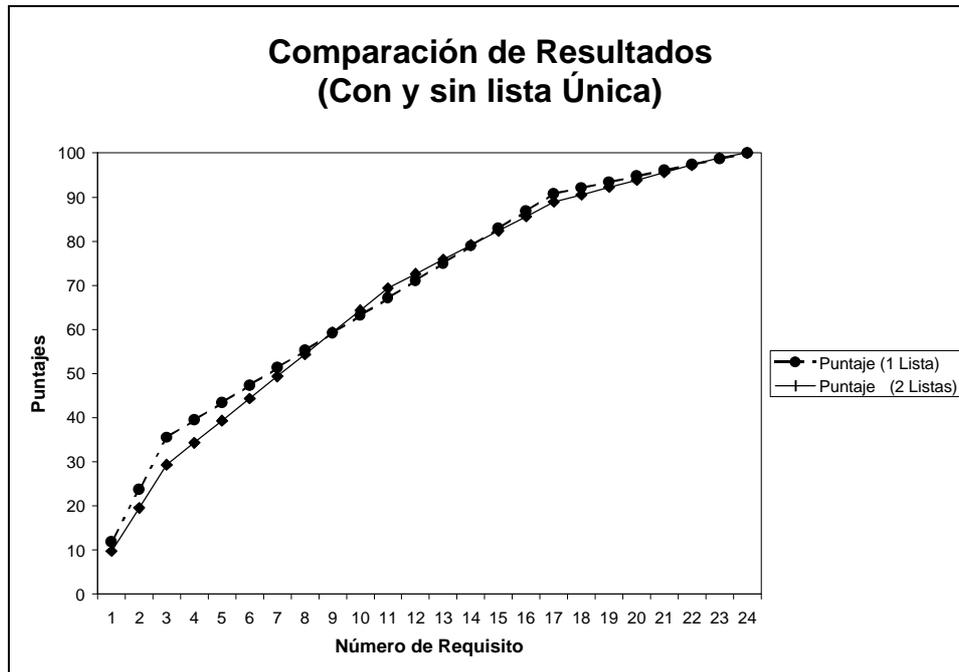


Ilustración 55: Comparación de la *Paretización* en 1 y 2 listas

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Requisito	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10	4.11	4.12	4.13	4.14	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10
Experto																								
1	A	M	M	B	B	A	A	M	M	A	A	M	M	A	M	M	A	A	M	A	B	M	A	M
2	B	B	M	B	A	A	M	M	M	A	A	A	M	B	B	A	B	A	A	M	A	M	M	B
3	A	A	M	M	B	M	A	A	M	A	A	M	A	B	B	M	M	A	A	B	A	M	A	M
4	B	M	M	M	M	A	A	A	M	M	M	A	M	B	B	A	M	A	A	M	A	M	M	M
5	A	A	M	A	M	M	M	M	B	B	M	A	A	A	B	A	M	A	A	M	A	M	M	M
6	A	A	M	M	B	M	M	A	M	M	B	A	M	B	M	M	A	M	B	B	M	A	M	A
7	M	M	A	M	A	M	M	B	M	M	B	A	M	M	M	A	A	M	A	A	A	M	A	A
8	A	A	M	B	B	A	M	A	B	B	M	M	A	M	A	A	B	A	A	M	B	M	A	A
9	A	B	A	B	B	M	A	A	A	M	B	A	B	B	B	M	M	A	M	M	A	B	A	A
10	A	A	M	B	A	M	A	M	A	A	A	B	B	A	A	A	A	M	A	M	B	B	M	B
11	A	A	M	B	A	M	M	M	A	A	M	A	A	M	M	A	M	A	A	A	M	B	A	A
12	A	M	A	M	B	M	A	M	A	A	M	A	B	B	M	A	M	A	M	A	A	A	A	M
13	M	M	B	B	M	B	M	M	A	A	A	A	A	A	M	A	A	A	A	A	A	A	A	A
14	M	M	A	A	A	A	A	A	M	M	A	A	B	M	M	A	A	A	A	A	A	A	A	A
15	B	A	M	M	M	M	M	M	A	A	A	A	B	B	A	A	M	A	M	M	A	A	A	A
16	M	B	M	A	B	M	A	A	M	M	B	M	M	M	B	A	M	A	A	M	A	M	M	M
17	A	A	A	M	M	M	M	A	A	A	M	M	M	M	M	A	M	A	A	M	A	M	M	M
18	A	A	M	B	B	M	M	M	M	M	B	A	A	M	M	A	M	A	A	A	M	M	A	A
19	A	M	A	M	B	M	A	A	A	M	M	A	M	B	B	M	M	A	M	M	A	B	A	A
20	A	A	A	M	B	B	A	M	M	A	A	A	A	B	M	A	M	A	A	A	A	A	A	M
21	M	M	M	A	M	M	M	B	B	M	M	A	B	M	M	A	B	A	M	M	M	M	A	A
22	A	M	M	B	B	A	M	M	M	M	M	A	B	B	B	A	M	A	A	M	A	M	M	M
23	A	A	A	M	B	B	A	A	M	A	A	A	A	B	A	A	M	A	A	A	A	A	A	A
24	A	A	A	M	B	A	M	B	B	B	M	A	B	M	A	A	A	A	A	B	M	M	B	B
25	M	M	M	B	B	A	M	M	B	M	A	M	A	B	B	A	M	A	A	A	A	A	A	A
26	A	A	A	M	A	A	M	A	A	A	M	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	M
27	M	M	B	M	A	A	M	B	M	M	M	B	B	A	A	M	A	M	A	A	A	M	M	M

Tabla 37: Resultado de la votación (tres niveles)

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Requisito	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10	4.11	4.12	4.13	4.14	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10
Experto																								
1	MA	A	A	M	B	A	M	M	M	A	M	A	M	B	B	MA	A	MA	MA	A	A	A	M	A
2	MA	A	A	M	B	B	A	A	M	A	MA	A	A	B	A	A	M	MA	MA	MA	MA	MA	MA	A
3	M	M	M	MA	M	B	A	M	B	M	M	A	B	A	M	A	MB	A	A	M	M	M	MA	MA
4	MA	A	M	B	B	MA	MA	M	B	A	A	M	M	MA	MA	A	MA	A	M	MA	B	M	MA	M
5	B	B	M	MB	A	MA	B	M	A	MA	A	MA	M	MB	MB	A	B	MA	A	M	MA	A	M	B
6	A	MA	B	M	MB	M	MA	A	M	MA	MA	B	A	MB	MB	M	B	B	A	A	MB	MA	B	M
7	B	M	A	M	A	A	A	A	M	A	A	A	M	B	M	MA	M	MA	MA	A	MA	A	A	A
8	A	MA	A	A	B	B	M	M	MB	MB	B	A	A	A	MB	MA	M	MA	MA	M	A	B	A	M
9	MA	MA	M	M	B	M	A	A	M	A	B	A	M	B	M	B	A	M	B	MB	B	A	M	MA
10	M	M	MA	M	MA	M	M	B	A	A	M	MA	B	B	M	A	A	M	A	A	A	A	MA	MA
11	MA	MA	A	M	B	A	M	MB	MB	B	M	A	MB	M	A	MA	MA	A	MA	B	M	M	MB	MB
12	MA	A	M	B	B	MA	M	A	MB	B	M	M	A	M	A	MA	B	A	MA	M	B	M	A	MA
13	MA	M	A	B	M	A	MA	MA	A	A	M	A	M	B	M	A	A	MA	A	A	M	A	MA	A
14	MA	MA	M	MB	A	M	MA	M	A	MA	MA	B	B	A	MA	MA	A	M	MA	M	B	B	M	MB
15	A	MA	A	B	MA	M	M	M	A	A	M	A	MA	M	M	A	A	MA	MA	MA	M	B	MA	A
16	A	M	MA	M	B	M	A	M	MA	A	M	A	B	B	M	A	A	MA	M	MA	A	A	A	M
17	B	M	M	M	B	B	M	A	MA	MA	MA	A	MA	A	M	MA	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	A
18	A	A	MA	MA	MA	A	MA	A	MA	A	MA	MA	M	A	M	A	MA	MA	MA	MA	A	A	MA	A
19	B	MA	B	M	A	A	A	M	MA	A	A	MA	B	B	A	A	M	MA	M	M	MA	A	A	MA
20	A	A	A	M	MB	B	A	M	M	A	MA	A	A	B	M	A	M	MA	A	MA	MA	MA	A	M
21	B	B	M	A	MB	M	A	MA	M	M	B	A	B	B	MB	MA	M	MA	MA	A	A	M	M	M
22	MA	MA	MA	M	A	M	M	A	MA	MA	M	A	A	A	A	MA	M	MA	MA	A	MA	A	A	A
23	MA	MA	M	B	B	M	M	M	M	M	B	MA	MA	A	M	MA	M	MA	MA	A	M	M	A	MA
24	A	A	M	A	M	B	M	M	M	M	M	M	M	B	M	M	B	M	M	M	B	M	M	M
25	A	A	A	M	M	MA	A	A	M	A	MA	A	MA	M	M	MA	A	MA						
26	A	MA	M	MA	A	A	M	A	MA	MA	M	MA	A	MA	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	A	A	M
27	M	M	B	M	MA	MA	M	B	M	M	M	B	B	A	MA	A	MA	A	MA	MA	MA	A	A	A
28	MA	A	A	M	A	B	M	A	MB	MB	MB	MA	B	B	M	MA	A	M	MA	B	M	MB	A	B

Tabla 38: Resultado de la votación (cinco niveles)

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Requisito	B	M	A	Total
4.1	3	7	17	27
4.2	3	11	13	27
4.3	2	15	10	27
4.4	10	13	4	27
4.5	14	6	7	27
4.6	3	14	10	27
4.7	0	16	11	27
4.8	4	12	11	27
4.9	5	13	9	27
4.10	3	12	12	27
4.11	5	12	10	27
4.12	2	6	19	27
4.13	9	8	10	27
4.14	12	9	6	27
5.1	9	11	7	27
5.2	0	6	21	27
5.3	3	15	9	27
5.4	0	4	23	27
5.5	1	6	20	27
5.6	3	12	12	27
5.7	3	5	19	27
5.8	4	14	9	27
5.9	1	9	17	27
5.10	3	11	13	27

Tabla 39: Tabla de Frecuencias (3 niveles)

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Requisito	MB	B	M	A	MA	Total
4.1	0	5	3	9	11	28
4.2	0	2	7	9	10	28
4.3	0	3	11	10	4	28
4.4	2	5	15	3	3	28
4.5	3	10	4	7	4	28
4.6	0	7	9	7	5	28
4.7	0	1	13	9	5	28
4.8	1	2	12	11	2	28
4.9	4	2	11	5	6	28
4.10	2	2	5	13	6	28
4.11	1	4	12	4	7	28
4.12	0	3	3	15	7	28
4.13	1	8	8	7	4	28
4.14	2	12	4	8	2	28
5.1	4	1	14	6	3	28
5.2	0	1	2	12	13	28
5.3	1	4	8	10	5	28
5.4	0	1	5	5	17	28
5.5	0	1	4	6	17	28
5.6	1	2	7	8	10	28
5.7	1	5	6	6	10	28
5.8	1	3	7	12	5	28
5.9	1	1	6	11	9	28
5.10	2	2	8	9	7	28

Tabla 40: Tabla de Frecuencias (5 niveles)

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Requisito	B	M	A
4.1	3	10	27
4.2	3	14	27
4.3	2	17	27
4.4	10	23	27
4.5	14	20	27
4.6	3	17	27
4.7	0	16	27
4.8	4	16	27
4.9	5	18	27
4.10	3	15	27
4.11	5	17	27
4.12	2	8	27
4.13	9	17	27
4.14	12	21	27
5.1	9	20	27
5.2	0	6	27
5.3	3	18	27
5.4	0	4	27
5.5	1	7	27
5.6	3	15	27
5.7	3	8	27
5.8	4	18	27
5.9	1	10	27
5.10	3	14	27

Tabla 41: Matriz de Frecuencias Acumuladas (3 niveles)

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Requisito	MB	B	M	A	MA
4.1	0	5	8	17	28
4.2	0	2	9	18	28
4.3	0	3	14	24	28
4.4	2	7	22	25	28
4.5	3	13	17	24	28
4.6	0	7	16	23	28
4.7	0	1	14	23	28
4.8	1	3	15	26	28
4.9	4	6	17	22	28
4.10	2	4	9	22	28
4.11	1	5	17	21	28
4.12	0	3	6	21	28
4.13	1	9	17	24	28
4.14	2	14	18	26	28
5.1	4	5	19	25	28
5.2	0	1	3	15	28
5.3	1	5	13	23	28
5.4	0	1	6	11	28
5.5	0	1	5	11	28
5.6	1	3	10	18	28
5.7	1	6	12	18	28
5.8	1	4	11	23	28
5.9	1	2	8	19	28
5.10	2	4	12	21	28

Tabla 42: Matriz de Frecuencias Acumuladas (5 niveles)

Requisito	B	M
4.1	0,1111	0,3704
4.2	0,1111	0,5185
4.3	0,0741	0,6296
4.4	0,3704	0,8519
4.5	0,5185	0,7407
4.6	0,1111	0,6296
4.7	0,0000	0,5926
4.8	0,1481	0,5926
4.9	0,1852	0,6667
4.10	0,1111	0,5556
4.11	0,1852	0,6296
4.12	0,0741	0,2963
4.13	0,3333	0,6296
4.14	0,4444	0,7778
5.1	0,3333	0,7407
5.2	0,0000	0,2222
5.3	0,1111	0,6667
5.4	0,0000	0,1481
5.5	0,0370	0,2593
5.6	0,1111	0,5556
5.7	0,1111	0,2963
5.8	0,1481	0,6667
5.9	0,0370	0,3704
5.10	0,1111	0,5185

Tabla 43: Matriz de Frecuencias Relativas Acumuladas (3 niveles)

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Requisito	MB	B	M	A
4.1	0,0000	0,1786	0,2857	0,6071
4.2	0,0000	0,0714	0,3214	0,6429
4.3	0,0000	0,1071	0,5000	0,8571
4.4	0,0714	0,2500	0,7857	0,8929
4.5	0,1071	0,4643	0,6071	0,8571
4.6	0,0000	0,2500	0,5714	0,8214
4.7	0,0000	0,0357	0,5000	0,8214
4.8	0,0357	0,1071	0,5357	0,9286
4.9	0,1429	0,2143	0,6071	0,7857
4.10	0,0714	0,1429	0,3214	0,7857
4.11	0,0357	0,1786	0,6071	0,7500
4.12	0,0000	0,1071	0,2143	0,7500
4.13	0,0357	0,3214	0,6071	0,8571
4.14	0,0714	0,5000	0,6429	0,9286
5.1	0,1429	0,1786	0,6786	0,8929
5.2	0,0000	0,0357	0,1071	0,5357
5.3	0,0357	0,1786	0,4643	0,8214
5.4	0,0000	0,0357	0,2143	0,3929
5.5	0,0000	0,0357	0,1786	0,3929
5.6	0,0357	0,1071	0,3571	0,6429
5.7	0,0357	0,2143	0,4286	0,6429
5.8	0,0357	0,1429	0,3929	0,8214
5.9	0,0357	0,0714	0,2857	0,6786
5.10	0,0714	0,1429	0,4286	0,7500

Tabla 44: Matriz de Frecuencias Relativas Acumuladas (5 niveles)

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Requisito	B	M	Suma ( $S_i$ )	Promedio ( $P_i$ )	N-P ( $R_i$ )	Clasificación
4.1	-1,22	-0,33	-1,55	-0,78	0,37	A
4.2	-1,22	0,05	-1,17	-0,59	0,18	A
4.3	-1,45	0,33	-1,12	-0,56	0,15	A
4.4	-0,33	1,04	0,71	0,36	-0,77	M
4.5	0,05	0,65	0,69	0,35	-0,76	M
4.6	-1,22	0,33	-0,89	-0,44	0,04	M
4.7	-3,49	0,23	-3,26	-1,63	1,22	A
4.8	-1,04	0,23	-0,81	-0,41	0,00	M
4.9	-0,90	0,43	-0,47	-0,23	-0,18	M
4.10	-1,22	0,14	-1,08	-0,54	0,13	A
4.11	-0,90	0,33	-0,56	-0,28	-0,13	M
4.12	-1,45	-0,54	-1,98	-0,99	0,58	A
4.13	-0,43	0,33	-0,10	-0,05	-0,36	M
4.14	-0,14	0,76	0,63	0,31	-0,72	M
5.1	-0,43	0,65	0,21	0,11	-0,52	M
5.2	-3,49	-0,76	-4,25	-2,13	1,72	A
5.3	-1,22	0,43	-0,79	-0,39	-0,01	M
5.4	-3,49	-1,04	-4,53	-2,27	1,86	A
5.5	-1,79	-0,65	-2,43	-1,22	0,81	A
5.6	-1,22	0,14	-1,08	-0,54	0,13	A
5.7	-1,22	-0,54	-1,76	-0,88	0,47	A
5.8	-1,04	0,43	-0,61	-0,31	-0,10	M
5.9	-1,79	-0,33	-2,12	-1,06	0,65	A
5.10	-1,22	0,05	-1,17	-0,59	0,18	A
Puntos de Corte	-1,328	0,099	-29,496			
	N=	-0,41				

Tabla 45: Asignación de los Niveles de prioridad (3 niveles)

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Requisito	MB	B	M	A	Suma ( $S_i$ )	Promedio ( $P_i$ )	N-P ( $R_i$ )	Clasificación
4.1	-3,49	-0,92	-0,57	0,27	-4,70	-1,18	0,62	A
4.2	-3,49	-1,47	-0,46	0,37	-5,05	-1,26	0,70	A
4.3	-3,49	-1,24	0,00	1,07	-3,66	-0,92	0,36	A
4.4	-1,47	-0,67	0,79	1,24	-0,11	-0,03	-0,53	M
4.5	-1,24	-0,09	0,27	1,07	0,01	0,00	-0,56	M
4.6	-3,49	-0,67	0,18	0,92	-3,06	-0,77	0,21	A
4.7	-3,49	-1,80	0,00	0,92	-4,37	-1,09	0,53	A
4.8	-1,80	-1,24	0,09	1,47	-1,49	-0,37	-0,19	M
4.9	-1,07	-0,79	0,27	0,79	-0,80	-0,20	-0,36	M
4.10	-1,47	-1,07	-0,46	0,79	-2,20	-0,55	-0,01	A
4.11	-1,80	-0,92	0,27	0,67	-1,78	-0,44	-0,12	A
4.12	-3,49	-1,24	-0,79	0,67	-4,85	-1,21	0,65	A
4.13	-1,80	-0,46	0,27	1,07	-0,93	-0,23	-0,33	M
4.14	-1,47	0,00	0,37	1,47	0,37	0,09	-0,65	M
5.1	-1,07	-0,92	0,46	1,24	-0,28	-0,07	-0,49	M
5.2	-3,49	-1,80	-1,24	0,09	-6,44	-1,61	1,05	MA
5.3	-1,80	-0,92	-0,09	0,92	-1,89	-0,47	-0,09	A
5.4	-3,49	-1,80	-0,79	-0,27	-6,36	-1,59	1,03	MA
5.5	-3,49	-1,80	-0,92	-0,27	-6,49	-1,62	1,06	MA
5.6	-1,80	-1,24	-0,37	0,37	-3,04	-0,76	0,20	A
5.7	-1,80	-0,79	-0,18	0,37	-2,41	-0,60	0,04	A
5.8	-1,80	-1,07	-0,27	0,92	-2,22	-0,56	0,00	A
5.9	-1,80	-1,47	-0,57	0,46	-3,37	-0,84	0,28	A
5.10	-1,47	-1,07	-0,18	0,67	-2,04	-0,51	-0,05	A
Puntos de Corte	-2,295	-1,062	-0,163	0,720	-67,178			
	N=	-0,56						

Tabla 46: Asignación de los Niveles de prioridad (5 niveles)

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Requisito	Original	Puntaje [1,2]	Puntaje [1,3]	Puntaje [2,3]	Puntaje [3,4]
4.1	A	54	60	49	47
4.2	A	54	60	49	47
4.3	A	54	60	49	47
4.4	M	27	20	33	35
4.5	M	27	20	33	35
4.6	M	27	20	33	35
4.7	A	54	60	49	47
4.8	M	27	20	33	35
4.9	M	27	20	33	35
4.10	A	54	60	49	47
4.11	M	27	20	33	35
4.12	A	54	60	49	47
4.13	M	27	20	33	35
4.14	M	27	20	33	35
5.1	M	27	20	33	35
5.2	A	54	60	49	47
5.3	M	27	20	33	35
5.4	A	54	60	49	47
5.5	A	54	60	49	47
5.6	A	54	60	49	47
5.7	A	54	60	49	47
5.8	M	27	20	33	35
5.9	A	54	60	49	47
5.10	A	54	60	49	47
Suma		1000	1000	1000	1000

Tabla 47: Prueba de factores de peso en dos niveles

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Requisito	Original	Puntaje [1,2,3]	Puntaje [3,4,5]	Puntaje [1,3,9]	Puntaje [1,2,4]
4.1	A	45	43	39	43
4.2	A	45	43	39	43
4.3	A	45	43	39	43
4.4	M	23	33	13	21
4.5	M	23	33	13	21
4.6	A	45	43	39	43
4.7	A	45	43	39	43
4.8	M	23	33	13	21
4.9	M	23	33	13	21
4.10	A	45	43	39	43
4.11	A	45	43	39	43
4.12	A	45	43	39	43
4.13	M	23	33	13	21
4.14	M	23	33	13	21
5.1	M	23	33	13	21
5.2	MA	68	54	118	85
5.3	A	45	43	39	43
5.4	MA	68	54	118	85
5.5	MA	68	54	118	85
5.6	A	45	43	39	43
5.7	A	45	43	39	43
5.8	A	45	43	39	43
5.9	A	45	43	39	43
5.10	A	45	43	39	43

Tabla 48: Prueba de Factores de Peso en tres niveles

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Requisito	Puntaje (1 Lista)	% Acum.	Requisito	Puntaje (2 Listas)	% Acum.
5.2	118	12	5.2	98	10
5.4	118	24	5.4	98	20
5.5	118	36	5.5	98	29
4.1	39	39	4.1	50	34
4.2	39	43	4.2	50	39
4.3	39	47	4.3	50	44
4.6	39	51	4.6	50	49
4.7	39	55	4.7	50	54
4.10	39	59	4.10	50	59
4.11	39	63	4.11	50	64
4.12	39	67	4.12	50	69
5.3	39	71	5.3	33	73
5.6	39	75	5.6	33	76
5.7	39	79	5.7	33	79
5.8	39	83	5.8	33	82
5.9	39	87	5.9	33	86
5.10	39	91	5.10	33	89
4.4	13	92	4.4	17	91
4.5	13	93	4.5	17	92
4.8	13	95	4.8	17	94
4.9	13	96	4.9	17	96
4.13	13	97	4.13	17	97
4.14	13	99	4.14	17	99
5.1	13	100	5.1	11	100

Tabla 49: Resultados Obtenidos con 1 y 2 Listas

## V. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 1 RESULTADOS

En el presente capítulo se sintetizan los resultados de la aplicación de la solución propuesta, es decir mediante la utilización de las tres herramientas seleccionadas, Se analiza también el resultado obtenido en el caso de la priorización de los requisitos generales de la norma ISO 17025.

#### 1.1 Del Método de Priorización por Matrices

Los resultados finales de la asignación de puntajes empleando las matrices de priorización se resumen en la Tabla 50.

Se observa que los tres factores más relevantes, que acumulan el 27% del total del puntaje de la evaluación son:

- **El personal:** Debe ponerse mucho énfasis en contar con personal que reúna el perfil requerido para realizar las funciones requeridas. Esto incluye al personal afectado a la realización de los ensayos, pero también al de perfil administrativo que completa los certificados, y al que atiende a los clientes telefónicamente recibiendo sus pedidos y reclamos.

Los requisitos incluyen entre otras cosas la formación, la capacitación y el entrenamiento en los aspectos técnicos y de gestión del laboratorio.

- **Los métodos de ensayos y calibraciones:** El enfoque en los procesos se consideró fundamental en todo el análisis y dentro del mismo resultó fundamental el control de los métodos de ensayos y calibraciones como garantía básica de resultados confiables.
- **El equipamiento:** Aunque se disponga de buen personal y métodos bien ajustados, es poco lo que puede garantizar el laboratorio en materia de excelencia de sus resultados, si sólo se dispone de equipamiento obsoleto o mal mantenido. Esto es también fundamental desde el punto de vista de los procesos de ensayos.

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

	Tema	Puntaje Final
5.2	Personal.	90
5.4	Métodos de Ensayos y Calibraciones.	90
5.5	Equipamiento	90
4.1	Organización y Gestión	60
4.2	Sistemas de la Calidad	60
4.13	Auditorías Internas	50
4.14	Revisiones por la Dirección	50
5.6	Trazabilidad de las Mediciones.	50
5.9	Aseguramiento de los Resultados	50
4.4	Revisión del Pedido, Oferta o Contrato	40
4.8	Reclamos	40
4.10	Acciones Correctivas	40
4.12	Registros	40
4.3	Control de los Documentos	30
4.7	Servicios al Cliente	30
5.7	Muestreo.	30
5.8	Manipulación de Artículos	30
5.10	Informes de Resultados	30
4.5	Subcontratación de ensayos y calibraciones	20
4.6	Adquisición de Servicios y Suministros	20
5.1	Requerimientos Generales.	20
5.3	Condiciones de Locales y Ambiente.	20
4.9	Control de No Conformidades	10
4.11	Acciones Preventivas	10

Tabla 50: Resultados finales de la asignación de puntajes para una evaluación del modelo ISO 17025 mediante el Método de Matrices de Priorización

Por otra parte se remarca el bajo resultado de algunos factores, como por ejemplo:

- **Control de no conformidades y acciones preventivas:** Se espera que un laboratorio de CNEA que no dispone de un sistema acreditado (marco planteado para la evaluación) ponga el énfasis en esta etapa en el desarrollo de su sistema, encontrando los grandes temas que necesita cubrir y ejecutando acciones correctivas a los mismos. No se enfatizaron las disconformidades, pues en el manejo normal de los laboratorios se desarrolla dicho concepto con otras denominaciones. Las acciones preventivas se consideraron prioritarias en un laboratorio maduro que ya ha afianzado su sistema y debe dar el paso siguiente hacia un sistema de excelencia.
- **Subcontratación de ensayos y calibraciones:** No se realizan habitualmente en CNEA este tipo de actividades, salvo en condiciones muy especiales como por ejemplo en el marco de proyectos auspiciados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).
- **Adquisición de Servicios y Suministros:** Si bien este es un tema de gran importancia, el marco legal y las condiciones presupuestarias hacen poco factible el éxito en el corto plazo de los eventuales esfuerzos encaminados a optimizar este punto.
- **Requerimientos Generales:** Este punto de la norma no incluía realmente ningún requisito específico, sino que se refería a la necesidad de armonizar el cumplimiento de los restantes requisitos técnicos.
- **Condiciones de Locales y Ambiente.** Aunque este punto es de fundamental importancia, las condiciones presupuestarias de CNEA y el tiempo requerido para ejecutar mejoras sustantivas, hacen que se dedique al mismo una baja prioridad, al menos hasta que se modifique la situación mencionada.

### ***1.1.1 Sobre la elección de los Coeficientes de Cálculo en las Matrices***

En la Tabla 5 de la página 44 se asignaban uno, cinco y diez puntos (y sus inversas) a los resultados de las comparaciones de los atributos. Esa asignación de puntajes es propuesta en “The Memory Jogger Plus+” (Brassard, 1996) y el autor decidió validar dicha asignación al ver que en otros casos, como en el del uso de la herramienta Quality Function Deployment, se suelen utilizar otros coeficientes, como por ejemplo la terna con puntajes de uno, tres y nueve o uno, tres y cinco (Akao, 1990; Bicknell, 1995). Por ello se realizaron algunas comparaciones entre los resultados obtenidos con los puntajes originales y con dos juegos de coeficientes alternativos. Los resultados de dicha comparación se presentan a continuación.

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Se efectuaron las comparaciones para la Tabla 17: Matriz de Organización y Gestión (Criterio 1.- Procedimiento CoCaLab) y la Tabla 22: Matriz de Equipos y Materiales de Referencia (Criterio 5.- Procedimiento CoCaLab).

La Tabla 51 contiene los resultados teóricos utilizando para las comparaciones los puntajes originales y los alternativos en el caso de los requisitos de Organización y Gestión del procedimiento del CoCaLab.

Junto a cada columna de puntajes alternativos se colocaron los porcentajes de diferencia entre los resultados obtenidos según la terna alternativa y la propuesta original de trabajo.

Se puede observar que no aparecen diferencias importantes en ningún caso, con diferencias promedio entre los valores teóricos alternativos con los de la terna elegida de 2,7 y 3,8 % respectivamente. Estos valores no hubieran afectado el puntaje adoptado, en especial al observar los puntajes finales a los que llegó el CoCaLab luego de los ajustes (última columna).

Puntajes Teóricos					Puntaje Adoptado luego de los ajustes
Coeficientes Originales [1,5,10]	Alternativa 1 [1,3,9]		Alternativa 2 [1,3,5]		
Puntaje Obtenido	Puntaje obtenido	Diferencia con el original (%)	Puntaje obtenido	Diferencia con el original (%)	
5.1	5.3	2.7	5.3	3.8	8
5.6	5.4	2.5	5.5	0.3	4
3.9	4.3	11.0	4.0	1.6	4
8.7	7.4	14.6	8.4	2.8	8
8.0	7.7	4.3	7.7	4.6	8
0.2	0.2	30.9	0.5	242.0	1
7.9	6.9	12.5	7.7	2.5	8
4.9	4.8	1.3	4.9	1.2	4
3.9	6.0	51.9	4.0	1.6	4
1.8	2.0	7.8	1.9	4.5	1
	Diferencia Promedio-->	2.7%	Diferencia Promedio-->	3.8%	

Tabla 51: Comparación entre Resultados con distintas ternas de Puntajes (Procedimiento del CoCaLab.- Organización y Gestión)

La conclusión mencionada anteriormente en base a las diferencias promedio se refrenda al comparar los valores mínimos y máximos. En los tres casos se obtienen resultados que confirman que es indistinto usar cualquiera de las ternas para la asignación de puntajes teóricos y priorización (Ver Tabla 52):

Terna Puntajes	Valor mínimo	Valor Máximo
[1,5,10]	0.2	8.7
[1,3,9]	0.2	7.2
[1,3,5]	0.5	8.4

Tabla 52: Valores mínimos y máximos de las tres alternativas comparadas (Procedimiento del CoCaLab.- Organización y Gestión)

La Tabla 53 contiene los resultados teóricos utilizando para las comparaciones ternas de puntajes alternativos para los requisitos de Equipos y Materiales de Referencia.

En este caso se presentan diferencias importantes según los coeficientes utilizados para realizar los cálculos. Las mismas se deben a que no ha habido comparaciones entre parejas que dieran resultados “Mucho más importante” equivalentes a diez, nueve o cinco puntos, respectivamente. Esto implica que en lugar de utilizar las ternas se emplearon pares de coeficientes. Consecuentemente las ternas [1,3,9] y [1,3,5] se reducen a la dupla [1,3] para ambos casos.

Las diferencias promedio son de 22,4% con un máximo de casi 74% de diferencia entre los valores teóricos obtenidos por uno de los atributos priorizados.

Se ve en la Tabla 54 que, para este caso, el sistema de puntajes alternativos discrimina menos en los resultados teóricos, al tener un valor mínimo mayor y un máximo menor que la alternativa utilizada para este trabajo de tesis, es decir la terna [1,5,10].

Puntajes Teóricos			Puntaje Adoptado
[1,5,10]	[1,3,9] o [1,3,5]	Diferencia con el resultado original (%)	
34.9	27.1	22.4	35
20.6	17.7	14.1	20
7.0	9.0	29.4	10
14.5	14.1	2.7	15
2.9	4.7	62.2	5
13.8	13.4	3.1	10
9.7	10.5	7.9	10
5.6	9.8	73.6	5
10.4	11.2	7.8	10
5.6	7.6	35.0	5
Diferencia Promedio-->		22.4%	

Tabla 53: Comparación entre Resultados con distintas ternas de Puntajes (Procedimiento del CoCaLab.- Equipos y Materiales de Referencia)

La conclusión del autor es que se puede adoptar cualquiera de las ternas mencionadas, siempre que existan comparaciones en todos los niveles. De esta forma los resultados no son muy sensibles a la convención adoptada. La terna propuesta aquí tiene mayor facilidad de uso para los cálculos manuales. En el caso de que no se utilicen los tres niveles de comparación, se pueden complementar los resultados con un método analítico de ajuste que adapte mejor el resultado al esquema de Pareto.

Terna Puntajes	Valor mínimo	Valor Máximo
[1,5,10]	2.9	34.9
[1,3,9]	4.7	27.1

Tabla 54: Valores mínimos y máximos para las tres alternativas comparadas (Procedimiento del CoCaLab.- Equipos y Materiales de Referencia)

### ***1.1.2 Sobre la asignación de puntajes a los requisitos específicos***

Algunos requisitos, como por ejemplo “control de no conformidades” y “acciones preventivas” obtuvieron bajos puntajes (10 puntos, en este ejemplo). Se puede observar, con respecto a casos como el mencionado, que no sólo se dificulta, sino que también carece de sentido práctico, repartir pocos puntos entre los requisitos específicos que les corresponden, utilizando cifras decimales que representan menos del 0,1% del puntaje total de la evaluación.

La aparición de puntajes exageradamente bajos se puede eliminar utilizando uno o varios de los criterios que se mencionan a continuación:

1. Optimizando los ajustes en los Requisitos Generales, con miras a evitar la aparición de algunos con puntajes muy bajos.
2. Agrupando temáticamente los requisitos específicos en pocos conjuntos a los cuales se les asignan los puntos a repartir. Por ejemplo si se dispone de 10 puntos para 8 preguntas, éstas se podrían reunir en tres grupos temáticos con puntajes de 2; 3 y 5 puntos, respectivamente, o cualquier otra combinación que sume los puntos requeridos. La ventaja de este agrupamiento no es sólo de cálculo, sino de simplificación de las conclusiones, pues obliga a resumir las mismas, haciendo más sencilla la interpretación del informe de la evaluación.
3. Asignando puntaje estandarizado a todas las listas, como por ejemplo 1000 puntos, y obteniendo el puntaje real mediante el producto del puntaje obtenido por el factor de peso asignado al Requisito General. Supongamos un listado correspondiente a un requisito general que tiene asignado 36 puntos. Luego de evaluar el cumplimiento del requisito se encuentra un grado de cumplimiento 670 puntos sobre 1000. El puntaje final para el listado es, según este criterio, de  $36(670/1000)=24,12$  puntos.

Una variante posible es asignar a cada requisito un porcentaje del peso total del listado.

El autor considera que la combinación de estos criterios es recomendable, pues normaliza los procedimientos de cálculo y simplifica el proceso de la evaluación.

Volviendo al caso del análisis que se hizo de la ISO 17025 con las matrices, el autor recomienda al CoCaLab adoptar puntajes de 1000 para las listas de verificación de los criterios técnicos y de gestión y obtener el puntaje de la evaluación multiplicando los resultados de cada lista por el factor de peso correspondiente. De este modo, si cambian los mismos, no es necesario rehacer todos los cálculos.

Como ya se vio, el factor de peso para el CoCaLab es de 0,5 puntos para cada lista, por considerar que ambos temas tienen el mismo peso relativo.

Cabe reiterar que el bajo puntaje que obtienen ciertas preguntas no se debe forzosamente a que los aspectos a los que se refiere tengan poca importancia, sino a que, en el contexto de un laboratorio que se encuentra implementando un proyecto de desarrollo de su sistema de calidad, pueden:

- estar precedidos secuencialmente por otras actividades o atributos del proyecto.
- representar poca dificultad para su implementación.
- tener poca relevancia para la madurez alcanzada, ya sea porque todavía no se ha llegado a la situación en la que la misma sea destacable o porque ya debería haberse superado su prioridad.

Es interesante observar que la variación intrínseca en la madurez o grado de implementación del sistema puede detectarse a través de los puntajes obtenidos. Por ejemplo se podría establecer que un sistema puede pasar de etapa de desarrollo a la de implementación con 600 a 700 puntos en la lista de verificación. A continuación debería pasarse a aplicar la lista bajo el nuevo contexto, en la cual debería obtenerse un puntaje más bajo, pues atributos prioritarios en la situación anterior dejan de serlo. Es decir que una mejora en la madurez va acompañada de una caída en el puntaje, por pasar a una situación más exigente.

Para comprender la lógica de este razonamiento, imaginemos un club de fútbol que asciende de primera B a la máxima categoría. Los primeros años, su objetivo será no descender y recién luego de unos años de permanencia, este ex campeón de la "B" aspirará a pasar de la mitad de la tabla.

Si una empresa es madura en cuanto a su sistema de calidad, no debería tener que realizar acciones correctivas, sino preventivas. En cambio, si una empresa que aún no ha implementado su sistema comienza poniendo el énfasis en las acciones preventivas (conforme al concepto de la norma), estaría haciendo un ejercicio teórico y no atendiendo a las prioridades de mejora de esa etapa. Hasta podría resultar contraproducente tratar de prevenir daños potenciales cuando no se han resuelto todavía los problemas reales existentes al comienzo del proyecto.

El caso anterior podría compararse con prevenir potenciales casos de micosis en una pileta mientras dejamos que entren en ella, sin supervisión, niños que no saben nadar.

Las consideraciones anteriores toman implícito el hecho de que los puntajes relativos entre requerimientos del sistema deberían invertirse al pasar de un estadio al siguiente.

Por último se vuelve a recalcar que, a los efectos de una toma de decisiones la columna de puntajes teóricos es la que debe orientar la decisión, pues a partir de ella podemos establecer un claro orden de prelación. Justamente, la cualidad especial de estas matrices se da en desempatar las prioridades entre atributos o alternativas muy parejos en su importancia.

Los tanteos para obtener puntajes para la evaluación restan información sobre las prioridades a efectos de obtener puntajes que tengan sentido en una evaluación. El objetivo es en este caso tener una clasificación en un número de lotes de puntajes que reflejen la importancia relativa de lo analizado.

## **1.2 De los Métodos de Ponderación Directa**

De acuerdo a lo mencionado en la página 124, el resultado de la priorización que se realizó por consenso del CoCaLab, se considera inválido por los vicios detectados en los resultados, que demuestran un fuerte sesgo hacia la argumentación de parte de los expertos. Por tal razón no se calcularon puntajes basados en el mismo ni se hizo procesamiento posterior.

### **1.2.1 Resultados Finales Delphi**

#### *1.2.1.1 Segmentación de los resultados*

El autor aplicó el método a una muestra general que contenía a especialistas en laboratorios, a especialistas en gestión y a clientes de laboratorios.

También realizó los cálculos segmentando la muestra general en una de especialistas de gestión y otra de especialistas de laboratorios, con el objetivo de verificar si se presentaban diferencias significativas de los resultados, según la composición de la muestra.

La Tabla 55 resume los resultados del análisis segmentado, con las siguientes observaciones particulares:

- Los resultados de los expertos de laboratorios obtuvieron mejor discriminación que el resto, dado que generaron resultados en cuatro niveles de prioridad contra tres de los expertos en gestión y los resultados generales.

Se observa que el requisito 4.4 obtuvo una calificación de baja prioridad, único caso con esa valoración en toda la encuesta.

- Presentan absoluto consenso entre los segmentos y el resultado general los requisitos 4.1, 4.2, 4.3, 4.6, 4.7, 5.3 y 5.7 con calificación de alta prioridad, así como los requisitos 4.5, 4.9, 4.14 y 5.1 con calificación de media prioridad. La única coincidencia con muy alta prioridad es para el requisito 5.4 (métodos de ensayos y calibraciones). Es decir que hay doce requisitos (el 50% del total) en los cuales la valoración no está influida por la segmentación.
- El otro 50% de los requisitos presenta resultados que están fuertemente influidos por la segmentación. Estos son en su mayoría requisitos técnicos. Para éstos se observan dos situaciones diferentes que se describen a continuación.

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

- ✓ Los requisitos 4.4 (revisión del pedido, oferta o contrato), 4.11 (acciones preventivas) y 5.6 (trazabilidad de las mediciones) obtuvieron tres resultados distintos, siendo el resultado general un intermedio entre el de los expertos en gestión y el de los expertos en laboratorios.
- ✓ Los requisitos restantes presentaron la coincidencia entre el resultado general y el obtenido en alguno de los segmentos. Siete de los nueve requisitos que se encontraban en esta situación obtuvieron los mismos resultados de los especialistas en laboratorios y los dos restantes fueron similares a los de gestión. El 50% aproximadamente coincidió con el resultado más alto y el resto con el más bajo.

Requisito		General	Expertos Laboratorios	Expertos Gestión
4.1	Organización y Gestión	A	A	A
4.2	Sistemas de la Calidad	A	A	A
4.3	Control de los Documentos	A	A	A
4.4	Revisión del Pedido, Oferta o Contrato	M	B	A
4.5	Subcontratación de ensayos y calibraciones	M	M	M
4.6	Adquisición de Servicios y Suministros	A	A	A
4.7	Servicios al Cliente	A	A	A
4.8	Reclamos	M	M	A
4.9	Control de No Conformidades	M	M	M
4.10	Acciones Correctivas	A	A	M
4.11	Acciones Preventivas	A	MA	M
4.12	Registros	A	A	MA
4.13	Auditorías Internas	M	A	M
4.14	Revisiones por la Dirección	M	M	M
5.1	Requerimientos Generales	M	M	M
5.2	Personal	MA	MA	A
5.3	Condiciones de Locales y Ambiente	A	A	A
5.4	Métodos de Ensayos y Calibraciones	MA	MA	MA
5.5	Equipamiento	MA	MA	A
5.6	Trazabilidad de las Mediciones	A	MA	M
5.7	Muestreo	A	A	A
5.8	Manipulación de Artículos de Ensayos y Calibración	A	A	M
5.9	Aseguramiento de los Resultados de los Ensayos y Calibraciones	A	A	MA
5.10	Informes de Resultados	A	M	A

Tabla 55: Resultados de la encuesta Delphi sobre la ISO 17025, Segmentada

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

1.2.1.2 Puntajes finales

Los resultados finales del método Delphi se resumen a continuación en la Tabla 56, ordenados del máximo al mínimo puntaje.

	Requisito	Puntaje Lista Única	Puntaje Listas Separadas
5.2	Personal.	118	98
5.4	Métodos de Ensayos y Calibraciones.	118	98
5.5	Equipamiento	118	98
4.1	Organización y Gestión	39	50
4.2	Sistemas de la Calidad	39	50
4.3	Control de los Documentos	39	50
4.6	Adquisición de Servicios y Suministros	39	50
4.7	Servicios al Cliente	39	50
4.10	Acciones Correctivas	39	50
4.11	Acciones Preventivas	39	50
4.12	Registros	39	50
5.3	Condiciones de Locales y Ambiente.	39	33
5.6	Trazabilidad de las Mediciones.	39	33
5.7	Muestreo.	39	33
5.8	Manipulación de Artículos de Ensayos y Calibración.	39	33
5.9	Aseguramiento de los Resultados de los Ensayos y Calibraciones	39	33
5.10	Informes de Resultados	39	33
4.4	Revisión del Pedido, Oferta o Contrato	13	17
4.5	Subcontratación de ensayos y calibraciones	13	17
4.8	Reclamos	13	17
4.9	Control de No Conformidades	13	17
4.13	Auditorías Internas	13	17
4.14	Revisiones por la Dirección	13	17
5.1	Requerimientos Generales.	13	11

Tabla 56: Puntajes asignados por el Método de Delphi (listas única y listas separadas)

Los cómputos se hicieron de dos maneras: en la columna de “lista única” se calcularon repartiendo los 1000 puntos totales de la evaluación entre cada requisito, teniendo en cuenta la valoración de su prioridad. En el caso de “listas separadas” se repartieron los 500 puntos de los requisitos de gestión y los de los requisitos técnicos entre sus componentes respectivos.

La observación del orden de clasificación de los requisitos muestra que los cinco requisitos de máxima prioridad que se obtuvieron en el listado general coinciden con los obtenidos por el CoCaLab por el método de las Matrices.

En cambio, entre los siete resultados con más baja valoración, coincidieron sólo tres de los requisitos (4.5; 4.9 y 5.1). Nótese que estos requisitos además han obtenido el mismo puntaje en los tres segmentos, con lo cual el consenso es absoluto por todos los métodos y segmentos relevados.

### ***1.2.2 Sobre los factores de peso relativos adoptados en los métodos de Ponderación directa.***

En el punto 3.2.2 8), página 127, se demostró que la elección de los factores de ponderación que se utilizan para el cómputo de los puntajes es muy importante en los resultados. Esto se debe a que los métodos de ponderación presentados dan como primer resultado una clasificación en segmentos de importancia, como por ejemplo desde Muy prioritario hasta Muy poco prioritario (cinco niveles).

El segundo paso es asignar los puntajes a esos niveles. En esta etapa, la prueba debe tener en cuenta los objetivos que se persiguen, los cuales pueden ser de obtener una buena *paretización* de los puntajes u obtener diferencias más sutiles para la evaluación.

Los métodos presentados para probar el comportamiento de los factores de ponderación se consideran razonablemente rigurosos y fáciles de interpretar.

El método gráfico de representación expresado en la Ilustración 51 de la página 129 y en la Ilustración 52 de la página 129 se considera adecuado para verificar el poder de discriminación de los puntajes. Debe combinarse con el análisis de los puntajes por los expertos, que deben evaluar si se equilibra ese poder de discriminación con evitar un desequilibrio entre requisitos o atributos con puntajes exageradamente altos y bajos.

### 1.3 Resultados finales

La Tabla 57 contiene los resultados finales del trabajo aplicado a la norma ISO 17025. Del mismo se resumen las siguientes observaciones:

- **Requisitos más importantes:** Los requisitos 5.2 (personal), 5.4 (métodos de ensayos y calibraciones), 5.5 (equipamiento) han obtenido las máximas valoraciones de prioridad en todo el trabajo, seguidos por el 4.1 (organización y gestión) y el 4.2 (sistemas de la calidad). En estos puntos debería ponerse el énfasis en la primera etapa de trabajo de los laboratorios de CNEA para obtener la acreditación de los mismos, dirigiendo hacia los mismos la mayor parte de los recursos.
- **Requisitos menos importantes:** Los requisitos 4.5 (subcontratación de ensayos y calibraciones), 4.9 (control de no conformidades) y 5.1 (requerimientos generales) han resultado los menos prioritarios de los 24 en juego. Esto representa desarrollar dichos temas como tareas a mediano y largo plazo. En un caso de priorización de proyectos podría representar su eliminación del listado.

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Requisito	General	Expertos Laboratorios	Expertos Gestión	Matriz (3 niveles)	Matriz (5 niveles)
4.1	A	A	A	A	MA
4.2	A	A	A	A	MA
4.3	A	A	A	M	B
4.4	M	B	A	M	M
4.5	M	M	M	B	B
4.6	A	A	A	B	B
4.7	A	A	A	M	B
4.8	M	M	A	M	M
4.9	M	M	M	B	MB
4.10	A	A	M	M	M
4.11	A	MA	M	B	MB
4.12	A	A	MA	M	A
4.13	M	A	M	M	A
4.14	M	M	M	M	M
5.1	M	M	M	B	MB
5.2	MA	MA	A	A	MA
5.3	A	A	A	B	MB
5.4	MA	MA	MA	A	MA
5.5	MA	MA	A	A	MA
5.6	A	MA	M	M	M
5.7	A	A	A	B	B
5.8	A	A	M	B	B
5.9	A	A	MA	M	M
5.10	A	M	A	B	B

Tabla 57: Resultados Finales Comparados

## 2 CONCLUSIONES

### 2.1 Conclusiones sobre las Matrices de Priorización

A juicio del autor, el uso de la herramienta ha dado como resultados puntajes que balancean muy bien la calificación del grado de cumplimiento de los requisitos de la norma con los factores de priorización válidos en este caso a nivel institucional.

La aplicación de este método se considera conveniente porque se van a aplicar intensamente los resultados (se realizarán muchas evaluaciones con la tabla de puntajes resultante) de forma tal que se encuentra una buena relación entre costo y esfuerzo de cálculo con relación al beneficio de disponer de puntajes con un buen grado de fundamento teórico, que implican la obtención de resultados cuantitativos de la evaluaciones.

Por otro lado, la documentación de las matrices permite revisarlas periódicamente y verificar si los puntajes adoptados deben ser modificados o no.

Una de las características más interesantes del proceso es la discusión y fundamentación de los resultados de las comparaciones, por la riqueza del análisis. Resulta por lo tanto recomendable prever en las reuniones la presencia de mecanismos de grabación y la posterior recuperación de los contenidos de la discusión.

#### 2.1.1 *Sobre el ajuste analítico de los puntajes*

Es recomendable aplicar esta metodología para simplificar al equipo que realiza el análisis el trabajo de ajuste, bajo las siguientes consideraciones:

- Debe ser utilizado para simplificar el ajuste por parte del equipo de trabajo pero no para reemplazarlo. Siempre es recomendable que se chequeen los resultados de este ajuste y se tome la decisión final en base al criterio del equipo, que deberá incluir no sólo a especialistas técnicos, sino a directivos con poder de decisión.
- Debe hacerse la selección de los factores de peso que se utilizarán para los cálculos y determinar la combinación que genera los resultados más convenientes, como por ejemplo la verificación del nivel de discriminación o *paretización* de los resultados (ver el análisis de los factores de ponderación en la página 114).

## 2.2 Conclusiones sobre el métodos de ponderación directa

Las principales dificultades con los métodos basados en clasificar las prioridades en niveles y luego prorratear puntajes no estriba en los cálculos, sino en:

- a) **La representatividad de las conclusiones a las que se arriba.** Una vez establecidos los resultados, es deseable que aquéllos que deban ajustarse a los mismos (como por ejemplo los evaluadores que utilicen los puntajes resultantes) estén convencidos de que los mismos tienen fuertes basamentos formales y de consenso, aumentando así su nivel de aceptación.
- b) **La rigurosidad de método.** El método debe ser auditable y reproducible.
- c) **La productividad que se puede alcanzar.** En ciertos casos se requieren resultados rápidos para una aplicación específica en un ámbito reducido o en una situación coyuntural. En otras, se requiere un resultado que tenga un fuerte sustento, pues su aplicación será parte de una estrategia, requiriendo así la seguridad de su aplicabilidad a mediano plazo.
- d) **El poder de discriminación del método,** es decir la capacidad del mismo de desempatar entre varias opciones con similar nivel de prioridad. A veces nos basta con agrupar a los resultados en lotes; otras, como se ha visto anteriormente en este trabajo, debemos disponer de un listado en el cual sepamos cuál es el orden relativo de prioridad.

De los dos métodos analizados, es decir el de consenso grupal y el método de Delphi, se considera que el de Delphi es el adecuado para el consenso de un gran número de expertos, por brindar la posibilidad de sintetizar los resultados en un contexto estadístico.

## 2.3 Conclusiones sobre el Método de Delphi

El método de Delphi resulta indicado para establecer la valoración por expertos de:

- La importancia y pertinencia de cada atributo o requisito a evaluar sobre un conjunto listado.
- El resultado del grado de cumplimiento de los atributos o requisitos.

En ambos casos el resultado se expresa en una escala similar a las mencionadas (con el número de zonas que se desee).

La ventaja del método es que se reduce el tiempo de análisis, pues cada pregunta se analiza por sí misma en cuanto a su prioridad o relevancia en el contexto analizado y si hay un número de expertos grande o diseminado como para obtener consenso, se llega a un resultado para cada atributo utilizando un método de cálculo estadístico normalizado.

La herramienta resulta ser potencialmente muy interesante como complementaria o sustitutiva del consenso directo, pues para la asignación de niveles se puede reunir la opinión de un gran conjunto de expertos y darle a la asignación un tratamiento estadístico, en lugar del consenso del grupo. Se gana en representatividad, aunque se pierde la fortaleza de un consenso.

De todos modos los resultados obtenidos en una votación deben tomarse como indicativos y no como representativos, a menos que se realicen varias rondas de consenso que garanticen llegar a un acuerdo amplio. Los temas que requieren más elaboración de consenso se pueden detectar fácilmente observando las tablas de frecuencias. Por ejemplo, al observar con atención los resultados de la Tabla 40 (página 135) se observa fuerte dispersión de los votos para los requisitos 4.5, 4.6, 4.9, 4.10, 1.13, 4.14 5.3, 5.7 y 5.10.

Dispersiones como las manifestadas pueden responder a que la consigna no sea bien comunicada por el coordinador de la encuesta o por influencia de las subjetividades en los votos individuales. En todos los casos, es recomendable enviar los resultados a los expertos y pedirles una reconsideración con un nuevo planteo de los objetivos.

#### **2.4 Sobre la influencia del trabajo del coordinador**

En los tres métodos analizados se requiere la figura de un coordinador, que será el responsable de conducir el proceso desde la etapa de planificación hasta la redacción y distribución del informe final.

Las responsabilidades del coordinador incluyen:

- La planificación del proceso, con la selección de las herramientas que se utilizarán y el armado de la lista de expertos que se consultará (perfil y cantidad de los mismos).
- La elaboración y distribución de formularios y comunicaciones, así como la provisión de los recursos requeridos.
- La conducción de las reuniones (matrices y ponderación por consenso) y del proceso de encuesta (Delphi).

Podría parecer que una intervención tan amplia como la planteada por el autor podría repercutir en el resultado, agregando al mismo la subjetividad del Coordinador.

El autor considera que la función del coordinador debe interpretarse en forma similar al de un piloto cuando conduce un avión, por ejemplo en una maniobra de despegue. Nada más peligroso que un piloto guiado por sus percepciones sin otra consideración. Para garantizar el éxito continuo de los comandantes de los aviones se les requiere ajustarse a un proceso prefijado o conjunto de procedimientos. Además son entrenados para saber interpretar las señales de los instrumentos, como método de verificación. En ciertas condiciones el piloto puede interpretar que existen señales anómalas y debe estar preparado para actuar corrigiendo y cruzando la información. El instrumento deberá ser calibrado para garantizar su correcto funcionamiento.

El Coordinador actúa también en función de las señales que envía el grupo tratando de verificar que el instrumento marque el valor correcto y no el que él espera. Ante una señal anómala debe actuar sobre el proceso para asegurar que funcione bien, no implicando esta intervención la expectativa hacia un resultado en particular.

Por ejemplo, el instrumento de medición de nivel del tanque de combustible de un automóvil marca que está lleno y esta situación se mantiene luego muchos kilómetros recorridos, debe cuestionarse el resultado, aún cuando el obvio interés del conductor sería el disponer de reserva ilimitada de ese combustible.

Del mismo modo que en los ejemplos, un coordinador debe detectar si el grupo se ajusta a la consigna de discriminar, utilizando todas las escalas de valoración. La detección temprana de las votaciones anómalas es muy importante para asegurar el éxito del trabajo, previniendo problemas de raíz en la etapa de gestación de los resultados. Tan importante es lo anterior como el tratamiento posterior que se haga de la información.

Es muy importante, a juicio del autor, que el Coordinador tenga buenos conocimientos y entrenamiento en:

- Enfoque en los procesos.
- Dinámica de grupos.
- Manejo de las herramientas específicas y experiencia en el análisis de los resultados de las mismas.

En todos los casos es importante que el Coordinador realimente al grupo con su percepción del funcionamiento del proceso y que reciba retroalimentación de los participantes en forma permanente.

## 2.5 Conclusiones Finales

El autor cree haber hecho con el presente trabajo un aporte a la generación de métodos de diseño de sistemas de evaluación que generen resultados que cumplan con los postulados de *"la unidad de medida ideal"* (Juran, 1990). Efectivamente los puntajes asignados a los atributos o requisitos asignados a un sistema de evaluación a través de los métodos desarrollados, *"suministran una base común para tomar decisiones, son comprensibles, tienen amplia aplicación y son susceptibles de ser interpretados de manera uniforme"* (Juran, 1990).

El énfasis que ha puesto el autor a lo largo de este trabajo, en dos conceptos íntimamente ligados entre sí como son la discriminación y la *paretización* se basa en una premisa filosófica: no premiar la planificación mediocre. Las conclusiones de los expertos se deben diferenciar de las de la gente que no lo es en la emisión de juicios de valor que discriminen las pocas cosas importantes de las que no lo son tanto, pero más aún que distingan los aspectos escasos urgentes con relación a los que pueden hacerse con más tiempo.

El privilegiar los aspectos distintivos es una política de uso frecuente; así en las competencias de automovilismo (típicamente las de la fórmula 1) el ganador de la competencia obtiene 3 puntos más que el segundo, éste dos puntos sobre el tercero y el resto obtiene un punto menos por puesto perdido. En los campeonatos de fútbol ocurre algo similar en cierta forma: el equipo que gana un partido obtiene tres puntos y si se produce un empate cada equipo obtiene un punto. En este último caso no sólo cada equipo perdió dos puntos, sino que también perdieron entre ambos un punto, pues obtuvieron dos de los tres puntos en juego.

Este es el ámbito en el que se ha desarrollado este trabajo, pues se pretende que los atributos más importantes en una priorización se diferencien claramente del resto. En este sentido, se ha detectado que si bien se presentaron diferencias en los resultados de las valoraciones por ambos métodos, es lógico que se presenten las mismas, pues en el caso de las matrices se trabajó sobre una muestra poblacional pequeña pero homogénea (los especialistas del CoCaLab) y en el Delphi se hizo una estadística general sobre una población mucho más grande y variada.

Se destaca que con ambos métodos se llegó a similares conclusiones respecto de los factores más prioritarios y los menos prioritarios. Las diferencias e incertidumbres entre los resultados por los distintos métodos se dieron en las situaciones de prioridad intermedia.

A juicio del autor, una de las causas de la baja discriminación en los resultados es que se trabajó sobre una lista de requisitos que deben cumplirse (los de una norma como la ISO 17025) con un alto nivel de consenso a nivel normativo internacional. Esto es distinto a cuando se analizan propuestas conceptuales que tienen características de recomendaciones que incluso pueden ser mutuamente excluyentes.

Debe señalarse que los métodos analizados sirven para discriminar la importancia de atributos previamente establecidos, pero no detectan si faltó incorporar algún requisito importante en el mismo. Esta situación se puede solucionar, acordando previamente con los expertos el listado de atributos. Para ello se pueden aplicar otras herramientas como el brainstorming, los diagramas de árbol, de espina de pescado o de afinidad.

En cuanto a las herramientas analizadas se plantean las siguientes conclusiones finales:

- **Matrices:** Son muy adecuadas para priorizar pues tienen un fuerte poder de discriminación. Son por otra parte muy trabajosas para definir puntajes de evaluación, en especial cuando se tiene que trabajar sobre listados largos de atributos.

En general no se recomienda su utilización para un único caso, salvo que la importancia del mismo lo justifique o bien se pretenda resolver un conflicto importante. Importancia significa en el contexto del trabajo un tema trascendental en cuanto a sus consecuencias.

Para ejemplificar el sentido de lo que significan las consecuencias imaginemos la elección de una junta de notables para discutir una norma internacional. Este caso tiene mayor trascendencia que, por ejemplo la elección del mejor compañero.

- **Ponderación directa:** El método es especialmente apropiado cuando se puede apelar a la opinión de un gran conjunto de expertos por un corto tiempo. Se puede aplicar sobre temas no trascendentes o bajo condiciones muy controladas por el coordinador.

Es recomendable controlar posteriormente los resultados, en razón de que los mismos son muy susceptibles a la subjetividad y a las influencias unidireccionales.

- **Método Delphi:** Es un método muy apreciable para la valoración por un gran conjunto de personas (expertos). Tal como se verificó en este trabajo, es fundamental la elección de una buena muestra para poder segmentar los resultados y ver cómo influye la valoración de cada segmento sobre el resultado final.

Se señala como una experiencia importante, adquirida en el transcurso del presente, que los expertos tienden a confundir importancia con prioridad, sobre todo cuando se debe hacer las valoraciones en los segmentos más bajos de prioridad. En general sienten que poner a requisitos en esas zonas de valoración con puntajes bajos equivale a restarles importancia.

Lo anterior responde también a la tendencia de no utilizar valoraciones relativas en el listado, sino consideraciones absolutas de la importancia o trascendencia de lo valorado. Por ejemplo, si requerimos de un jefe de grupo un orden de mérito entre diez colaboradores, es posible obtener un listado con los diez puestos ordenados por mérito. Si se pide al mismo jefe la asignación de puntuación entre 1 y 10 utilizando todos los valores enteros, habría resistencia a consignar los puntajes más bajos.

Con el fin de evitar dichos efectos se recomienda:

- a) Entrenar a los expertos para hacer bien la clasificación y en la comprensión de la necesidad de discriminar conforme a las pautas establecidas. En esta etapa se recomienda enviar casos hipotéticos para simular el uso de la herramienta. No se recomienda efectuar prácticas con el caso real para evitar posteriores actitudes de defensa de los votos realizados.
- b) Establecer descripciones de los indicadores de prioridad que eviten la sensación de subvaluación de importancia: por ejemplo en lugar de baja o muy baja prioridad podría hablarse de plazo de ejecución.
- c) Realizar el proceso en varias etapas, para permitir mejorar los resultados.
- d) Brindar parámetros de funcionamiento del proceso, como por ejemplo imponer que se coloque en cada categoría de valoración a no menos del diez por ciento de los atributos valorados.

### **2.5.1 Metodología recomendada**

En función de haber comprobado que el método de matrices y el Delphi muestran una razonable convergencia en sus resultados para las prioridades más altas, se recomienda que los procesos que conducen a un sistema de evaluación de amplio uso, como por ejemplo los de los premios nacionales, se elaboren combinando el uso de Delphi y matrices, en dos etapas:

- **Primera etapa:** Hacer una encuesta Delphi entre un conjunto amplio de expertos y usuarios, sobre todos los atributos o requisitos evaluados. Cuando no existe el listado de atributos, se podría realizar previamente una compulsión entre los mismos expertos para obtener de ellos la nómina de tales atributos, a ser priorizadas según el problema enfrentado.

Del listado obtenido se eliminarían los de más baja prioridad (ya se comprobó que en los mismos hay también bastante consenso) hasta reducir el número de atributos a menos de veinte (en lo posible a menos de quince). Si es necesario se puede realizar esto a través de varias rondas de Delphi.

- **Segunda etapa:** Un conjunto reducido de especialistas que incorpore a directivos con poder de decisión, procedería a realizar una priorización final y asignación de puntajes por el método de matrices sumado al ajuste analítico de los resultados.

De este modo se pueden aprovechar las bondades de ambos métodos. Se utilizaría al método Delphi para obtener una primera aproximación de los atributos prioritarios con una base importante de consenso. La decisión final de priorización se asignaría a un grupo con poder de decisión y se evitaría a los especialistas el tomar las decisiones finales más delicadas.

Supongamos que se está tratando de realizar una priorización de proyectos de investigación. Apelando a la nómina amplia de expertos se podría disponer de un buen listado de proyectos y una primera priorización por el método Delphi. Por el método de matrices, los directivos de la organización elaboraría el listado de proyectos con apoyo económico.

Por último el autor desea expresar que a través de sus propuestas se pueden dar muchos pasos para mejorar el proceso de decisión, bajando la incidencia de la subjetividad. Sin embargo, siempre está el ser humano involucrado en el proceso y en sus consecuencias, por lo cual es imposible, y tal vez indeseable, generar un proceso totalmente objetivo.

La participación de los expertos aporta riqueza a las discusiones, que debidamente documentadas pueden generar además conocimiento académico. En contrapartida, incorpora cierto nivel de incertidumbre a las decisiones.

Los métodos de priorización y de evaluación no evitarán el aporte subjetivo de los evaluadores, sino que lo acotarán en donde corresponda. La disponibilidad de parámetros de medición contribuye a hacer que los evaluadores funcionen como instrumentos más precisos.

Por último los mecanismos aquí descriptos contribuyen a dar a las decisiones y evaluaciones una mayor base de consenso y confianza, debido a la transparencia metodológica de los mismos. Este factor constituye también en si mismo, una herramienta para garantizar la aceptación de los resultados.

## **VI. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

El autor del trabajo recomienda para proyectos futuros los siguientes temas:

### **a) Verificación de los efectos de un sistema interactivo con el método Delphi:**

En el caso particular de la encuesta Delphi realizada por el autor, se proyecta su continuación, incorporando en una segunda ronda más votos de los clientes e intentando llegar a resultados con menor dispersión.

### **b) Aplicación de las metodologías Delphi y matrices a nivel nacional o internacional.**

El proyecto consistiría en apelar a instituciones como el Organismo Argentino de Acreditación o el Organismo Internacional de Energía Atómica para realizar experiencias de aplicación de dichas metodologías en los procesos de evaluación del cumplimiento de normas nacionales o internacionales.

### **c) Análisis de la evolución del método Delphi y sus proyecciones futuras**

Esto requeriría una investigación acerca de la evolución de la herramienta desde su creación, tanto a nivel metodológico como de su utilización en distintas ramas de la ciencia y la tecnología. Se debería relevar su grado de aceptación y rechazo en ambientes académicos y realizar una proyección futura de su aplicación.

### **d) Desarrollo de software específico para los métodos**

Estos desarrollos deberían no sólo suministrar los medios para manejar en forma simple los conceptos y herramientas de Delphi y matrices, sino brindar también herramientas de análisis al coordinador para validar los resultados y presentarlos en forma clara y comprensible

### **e) Utilización de Matrices de Priorización y Método Delphi como herramientas complementarias del QFD**

Algunas entradas muy importantes del QFD corresponden a valoraciones subjetivas de necesidades de un producto o servicio y comportamiento del mismo (benchmarking). Las herramientas analizadas en el presente trabajo podrían adaptarse para resolver problemas del QFD relacionados con la confiabilidad de dicha información.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Akao, Yoji (ed.), *Despliegue de Funciones de Calidad. Integración de necesidades del cliente en el diseño del producto*, Productivity Press, Cambridge, Massachusetts, 1990.

Bicknell, Bárbara A.; Bicknell, Kris D., *The Road Map to Repeatable Success. Using QFD to Implement Change*, CRC Press, Boca Raton; Ann Arbor; London; Tokyo, 1995.

Brassard, Michael, *The Memory Jogger Plus+. Featuring the Seven Management and Planning Tools. U.S.A.: GOAL/QPC*, Primera Edición, Methen, MA, USA, 1996.

Brown, B.; Cochran, S.; Dalkey, N., *The Delphi Method, II: Structure of Experiments*, The Rand Corporation, Santa Monica - California, USA, 1969.

Brown, Bernice B., *Delphi Process: A Methodology Used for the Elicitation of Opinions of Experts*, The Rand Corporation, Santa Monica - California, 1968.

CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica), *Primer borrador del Procedimiento de Evaluación de Laboratorios de CNEA*, Buenos Aires, República Argentina, 1998.

Cole, David E; Davis, Jeff; McAlinden, Sean; Smith, Brett; Londal, Gerald; Di Bernardo, Michael; Ullman, Esther; Barhydt, Wendy; Belzowski, Bruce; Douglass, Diana; Folks, Betsy.: *Delphi IX Forecast & Analysis*, OSAT, USA, 1998.

Dalkey, N.; Brown, B.; Cochran, S., *The Delphi Method, III: Use of Self Extracting Ratings to Improve Group Estimates*, The Rand Corporation, Santa Monica - California, USA, 1969.

Dalkey, N.; Brown, B.; Cochran, S., *The Delphi Method, IV: Effect of Percentile Feedback and Feed-in of Relevant Facts*, The Rand Corporation, Santa Monica - California, USA, 1970.

Dalkey, Norman C., *The Delphi Method: An Experimental Study of Group Opinion*, The Rand Corporation, Santa Monica - California, USA, 1969.

Facione, Peter A., *Critical thinking: what it is an why it counts*, College of Arts and Sciences; Santa Clara University, <http://www.calpress.com/critical.html>, Santa Clara, 1997.

Fink, Arlen; Kosecoff, Jacqueline; Chassin, Mark; Brook, Robert H., *Consensus Methods:*

*Characteristics and Guidelines for Use*, The Rand Corporation, Santa Monica - California, USA, 1991.

Folgar, Oscar Francisco, *ISO 9000. Aseguramiento de la Calidad*, Ediciones Macchi, Buenos Aires, 1996.

Folgar, Oscar Francisco, *Los Procedimientos. Cursogramas, Diagramas de Proceso y Formularios*. Ediciones Macchi, Buenos Aires, 1999.

Fundación Premio Nacional a la Calidad, *Bases del Premio Nacional a la Calidad. Criterios para una gestión de excelencia. República Argentina, Sector Privado*, Argentina, Buenos Aires, 1999.

Hueser, Nicholas G., *The Future of Societal Development*, The Graduate School of America, <http://www.users.net/~nhueser/futuresocdev.html>, USA, 1998.

Imai, Masaaki, *Kaizen. La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa*, Compañía Editorial Continental, México, 1994.

IRAM (Instituto Argentino de Normalización), *ESQUEMA 2 de Norma IRAM – 301 (Idéntica al ISO/DIS 17025) Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración*, Buenos Aires, 1999.

IRAM (Instituto Argentino de Normalización), *Norma IRAM 301: 1993, Evaluación de laboratorios. requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de calibración y ensayo*, Buenos Aires, 1993.

IRAM (Instituto Argentino de Normalización), *Norma IRAM-IAC-ISO E 10011-1/94: Lineamientos para Auditorías de la Calidad y Aseguramiento de la Calidad*, Buenos Aires, 1994.

ISO (International Organization for Standardization), *ISO/TC 176 N420. Proposed Interpretations of the ISO 9001:1994 and ISO 9002:1994 Standards*, 1999.

ISO (International Organization for Standardization), *Norma Guía ISO/IEC 25, General Requirements for the competence of testing and calibration laboratories*, 1982.

Jones, John E.; Reid, Robin, *A Look Into the Future: The 2020 Organization*, Reid Moomaugh & Associates, <http://www.improve.org/2020org.html>, USA, 1998.

Juran, J. M., *Juran y la Planificación para la Calidad*, Ediciones Diaz de Santos, Madrid, 1990.

Juran, J. M.; Gryna, F. M., *Análisis y Planeación de la Calidad*, Mc Graw Hill/ Interamericana de México, Tercera Edición, México, 1994.

Kaplan, A.; Skogsted, A.; Cirshick, M.A., *The Prediction of Social and Technological Events*, The Rand Corporation, Santa Monica - California, USA, 1949.

Karl Albrecht International, *Customer Value Modeling*, San Diego California, 1999.

Kastika, Eduardo, *Desorganización Creativa Organización Innovadora*, Ediciones Macchi, Buenos Aires, Argentina, 1994.

Rona, Nicolás; González, María Isabel; Tosi, Lidia, *Herramientas de la calidad*, Apuntes de Curso, Comisión Nacional de Energía Atómica, Universidad Nacional de la Plata.

Kuwahara, Terutaka; Yuasa, Tarô; Anan, Hidenobu; Satô, Hiroko; Cuhls, Kerstin; Sibylle, Breiner; Grupp, Harriolf; Nick, Dorothea, *Outlook for Japanese and German Future Technology. Comparing Japanese and German Technology Forecast Surveys*, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP); Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI), , Karlsruhe / Tokyo, 1994.

Milano, Antonio, *Resolución de Problemas & Toma de Decisiones*, Ediciones Macchi, Buenos Aires, 1993.

Munro-Faure, Lesley; Munro-Faure, Malcolm, *La Calidad Total en Acción*, Colección Biblioteca de Empresa de Financial Times, Ediciones Folio S.A., Barcelona, 1994.

Organismo Internacional de Energía Atómica, *Guía OIEA-50-SG-Q5/96: Evaluaciones de la Implementación del Programa de Gestión de la Calidad*, Programa NUSS, Viena, Austria, 1996.

Press, S. James, *Qualitative Controlled Feedback for Forming Group Judgments and Making Decisions*, The Rand Corporation, Santa Monica - California, USA, 1979.

Sackman, H., *Delphi Assesment: Expert Opinion, Forecasting and Group Process*, The Rand Corporation, Santa Monica - California, USA, 1974.

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Secretaría Técnica del Premio Nacional a la Calidad para el Sector Público, *Cuadernillo Guía del Premio Nacional a la Calidad para el Sector Público*, <http://www.sfp.gov.ar/cuadernillo.html>, Buenos Aires, Argentina, 1999.

Tague, Nancy R., *The Quality Toolbox*, ASQ Quality Press, Milwaukee, Wisconsin, 1995.

Valdés Veloz, Héctor (1999), *Cómo Evaluar la calidad de la Educación, Construcción de Indicadores y Determinación de su Consistencia Interna y Externa*, Apuntes de Curso, Universidad Nacional de Luján.

Warters, William C., *Graduate Studies in Dispute Resolution: A Delphi Study of the field's present and future*, Wayne State University, <http://www.mtds.edu/Delphi.htm>, USA, 1996.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1 Tablas y Datos Complementarios

#### 1 Resultados de la Votación General Invertiendo el Orden de las Tablas desde la de Frecuencia Acumulada hasta la Final

El objeto de esta prueba fue verificar si el comportamiento del método era independiente del orden en que se armaran las tablas. El resultado fue exitoso.

Requisito	MA	A	M	B	MB
4.1	11	20	23	28	28
4.2	10	19	26	28	28
4.3	4	14	25	28	28
4.4	3	6	21	26	28
4.5	4	11	15	25	28
4.6	5	12	21	28	28
4.7	5	14	27	28	28
4.8	2	13	25	27	28
4.9	6	11	22	24	28
4.10	6	19	24	26	28
4.11	7	11	23	27	28
4.12	7	22	25	28	28
4.13	4	11	19	27	28
4.14	2	10	14	26	28
5.1	3	9	23	24	28
5.2	13	25	27	28	28
5.3	5	15	23	27	28
5.4	17	22	27	28	28
5.5	17	23	27	28	28
5.6	10	18	25	27	28
5.7	10	16	22	27	28
5.8	5	17	24	27	28
5.9	9	20	26	27	28
5.10	7	16	24	26	28

Tabla AI-58: Frecuencias Acumuladas.- Tabla Invertida

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Requisito	MA	A	M	B
4.1	0,3929	0,7143	0,8214	1,0000
4.2	0,3571	0,6786	0,9286	1,0000
4.3	0,1429	0,5000	0,8929	1,0000
4.4	0,1071	0,2143	0,7500	0,9286
4.5	0,1429	0,3929	0,5357	0,8929
4.6	0,1786	0,4286	0,7500	1,0000
4.7	0,1786	0,5000	0,9643	1,0000
4.8	0,0714	0,4643	0,8929	0,9643
4.9	0,2143	0,3929	0,7857	0,8571
4.10	0,2143	0,6786	0,8571	0,9286
4.11	0,2500	0,3929	0,8214	0,9643
4.12	0,2500	0,7857	0,8929	1,0000
4.13	0,1429	0,3929	0,6786	0,9643
4.14	0,0714	0,3571	0,5000	0,9286
5.1	0,1071	0,3214	0,8214	0,8571
5.2	0,4643	0,8929	0,9643	1,0000
5.3	0,1786	0,5357	0,8214	0,9643
5.4	0,6071	0,7857	0,9643	1,0000
5.5	0,6071	0,8214	0,9643	1,0000
5.6	0,3571	0,6429	0,8929	0,9643
5.7	0,3571	0,5714	0,7857	0,9643
5.8	0,1786	0,6071	0,8571	0,9643
5.9	0,3214	0,7143	0,9286	0,9643
5.10	0,2500	0,5714	0,8571	0,9286

Tabla 59: Frecuencias Relativas Acumuladas.- Invirtiendo el Orden

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Requisito	MA	A	M	B	Suma	Promedio	N-P	Clasificación
4.1	-0,27	0,57	0,92	3,49	4,70	1,18	-0,62	A
4.2	-0,37	0,46	1,47	3,49	5,05	1,26	-0,70	A
4.3	-1,07	0,00	1,24	3,49	3,66	0,92	-0,36	A
4.4	-1,24	-0,79	0,67	1,47	0,11	0,03	0,53	M
4.5	-1,07	-0,27	0,09	1,24	-0,01	0,00	0,56	M
4.6	-0,92	-0,18	0,67	3,49	3,06	0,77	-0,21	A
4.7	-0,92	0,00	1,80	3,49	4,37	1,09	-0,53	A
4.8	-1,47	-0,09	1,24	1,80	1,49	0,37	0,19	M
4.9	-0,79	-0,27	0,79	1,07	0,80	0,20	0,36	M
4.10	-0,79	0,46	1,07	1,47	2,20	0,55	0,01	A
4.11	-0,67	-0,27	0,92	1,80	1,78	0,44	0,12	A
4.12	-0,67	0,79	1,24	3,49	4,85	1,21	-0,65	A
4.13	-1,07	-0,27	0,46	1,80	0,93	0,23	0,33	M
4.14	-1,47	-0,37	0,00	1,47	-0,37	-0,09	0,65	M
5.1	-1,24	-0,46	0,92	1,07	0,28	0,07	0,49	M
5.2	-0,09	1,24	1,80	3,49	6,44	1,61	-1,05	MA
5.3	-0,92	0,09	0,92	1,80	1,89	0,47	0,09	A
5.4	0,27	0,79	1,80	3,49	6,36	1,59	-1,03	MA
5.5	0,27	0,92	1,80	3,49	6,49	1,62	-1,06	MA
5.6	-0,37	0,37	1,24	1,80	3,04	0,76	-0,20	A
5.7	-0,37	0,18	0,79	1,80	2,41	0,60	-0,04	A
5.8	-0,92	0,27	1,07	1,80	2,22	0,56	0,00	A
5.9	-0,46	0,57	1,47	1,80	3,37	0,84	-0,28	A
5.10	-0,67	0,18	1,07	1,47	2,04	0,51	0,05	A
Puntos de Corte	-0,720	0,163	1,062	2,295	67,178			
	N=	0,56						

Tabla AI-60: Tabla Final.- Orden Invertido

## 2 Resultados Cambiando los Límites en la Tabla Final Para $z=0$ y $z=1$

El objeto de esta prueba fue verificar si los resultados se alteran al modificar los límites establecidos para  $F(z)=0$  o  $F(z)=3$ . Recordemos que esos valores tienden a infinito y que se establece arbitrariamente un valor límite para los cálculos.

### 2.1 Cambiando los valores de $z$ [ $F(0)=-3$ ; $F(1)=3$ ]

Requisito	MA	A	M	B	Suma	Promedio	N-P	Clasificación
4.1	-0,27	0,57	0,92	3,00	4,21	1,05	-0,53	A
4.2	-0,37	0,46	1,47	3,00	4,56	1,14	-0,62	A
4.3	-1,07	0,00	1,24	3,00	3,17	0,79	-0,27	A
4.4	-1,24	-0,79	0,67	1,47	0,11	0,03	0,50	M
4.5	-1,07	-0,27	0,09	1,24	-0,01	0,00	0,53	M
4.6	-0,92	-0,18	0,67	3,00	2,57	0,64	-0,12	A
4.7	-0,92	0,00	1,80	3,00	3,88	0,97	-0,45	A
4.8	-1,47	-0,09	1,24	1,80	1,49	0,37	0,15	A
4.9	-0,79	-0,27	0,79	1,07	0,80	0,20	0,32	M
4.10	-0,79	0,46	1,07	1,47	2,20	0,55	-0,03	A
4.11	-0,67	-0,27	0,92	1,80	1,78	0,44	0,08	A
4.12	-0,67	0,79	1,24	3,00	4,36	1,09	-0,57	A
4.13	-1,07	-0,27	0,46	1,80	0,93	0,23	0,29	M
4.14	-1,47	-0,37	0,00	1,47	-0,37	-0,09	0,61	M
5.1	-1,24	-0,46	0,92	1,07	0,28	0,07	0,45	M
5.2	-0,09	1,24	1,80	3,00	5,95	1,49	-0,97	MA
5.3	-0,92	0,09	0,92	1,80	1,89	0,47	0,05	A
5.4	0,27	0,79	1,80	3,00	5,87	1,47	-0,94	MA
5.5	0,27	0,92	1,80	3,00	6,00	1,50	-0,98	MA
5.6	-0,37	0,37	1,24	1,80	3,04	0,76	-0,24	A
5.7	-0,37	0,18	0,79	1,80	2,41	0,60	-0,08	A
5.8	-0,92	0,27	1,07	1,80	2,22	0,56	-0,03	A
5.9	-0,46	0,57	1,47	1,80	3,37	0,84	-0,32	A
5.10	-0,67	0,18	1,07	1,47	2,04	0,51	0,01	A

Puntos de Corte    -0,720    0,163    1,062    2,111    62,768

N=    0,52

Tabla AI-61: Resultados finales con  $F(0)=-3$  y  $F(1)=3$

**2.2 Cambiando los valores de z [ F(0)=-5 ; F(1)=5]**

Requisito	MA	A	M	B	Suma	Promedio	N-P	Clasificación
4.1	-0,27	0,57	0,92	5,00	6,21	1,55	-0,88	MA
4.2	-0,37	0,46	1,47	5,00	6,56	1,64	-0,97	MA
4.3	-1,07	0,00	1,24	5,00	5,17	1,29	-0,62	A
4.4	-1,24	-0,79	0,67	1,47	0,11	0,03	0,65	M
4.5	-1,07	-0,27	0,09	1,24	-0,01	0,00	0,68	M
4.6	-0,92	-0,18	0,67	5,00	4,57	1,14	-0,47	A
4.7	-0,92	0,00	1,80	5,00	5,88	1,47	-0,80	MA
4.8	-1,47	-0,09	1,24	1,80	1,49	0,37	0,30	M
4.9	-0,79	-0,27	0,79	1,07	0,80	0,20	0,47	M
4.10	-0,79	0,46	1,07	1,47	2,20	0,55	0,12	A
4.11	-0,67	-0,27	0,92	1,80	1,78	0,44	0,23	M
4.12	-0,67	0,79	1,24	5,00	6,36	1,59	-0,92	MA
4.13	-1,07	-0,27	0,46	1,80	0,93	0,23	0,44	M
4.14	-1,47	-0,37	0,00	1,47	-0,37	-0,09	0,76	M
5.1	-1,24	-0,46	0,92	1,07	0,28	0,07	0,60	M
5.2	-0,09	1,24	1,80	5,00	7,95	1,99	-1,32	MA
5.3	-0,92	0,09	0,92	1,80	1,89	0,47	0,20	M
5.4	0,27	0,79	1,80	5,00	7,87	1,97	-1,29	MA
5.5	0,27	0,92	1,80	5,00	8,00	2,00	-1,33	MA
5.6	-0,37	0,37	1,24	1,80	3,04	0,76	-0,09	A
5.7	-0,37	0,18	0,79	1,80	2,41	0,60	0,07	A
5.8	-0,92	0,27	1,07	1,80	2,22	0,56	0,12	A
5.9	-0,46	0,57	1,47	1,80	3,37	0,84	-0,17	A
5.10	-0,67	0,18	1,07	1,47	2,04	0,51	0,16	M
Puntos de Corte	-0,720	0,163	1,062	2,861	80,768			
N=		0,67						

Tabla 62: : Resultados finales con F(0)=-5 y F(1)=5

### 3 SEGMENTO DE EXPERTOS EN GESTIÓN

Requisito	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10	4.11	4.12	4.13	4.14	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10
Experto																								
1	A	MA	A	A	B	B	M	M	MB	MB	B	A	A	A	MB	MA	M	MA	MA	M	A	B	A	M
2	MA	MA	M	M	B	M	A	A	M	A	B	A	M	B	M	B	A	M	B	MB	B	A	M	MA
3	M	M	MA	M	MA	M	M	B	A	A	M	MA	B	B	M	A	A	M	A	A	A	A	MA	MA
4	MA	A	M	B	B	MA	M	A	MB	B	M	M	A	M	A	MA	B	A	MA	M	B	M	A	MA
5	MA	M	A	B	M	A	MA	MA	A	A	M	A	M	B	M	A	A	MA	A	A	M	A	MA	A
6	A	M	MA	M	B	M	A	M	MA	A	M	A	B	B	M	A	A	MA	M	MA	A	A	A	M
7	A	A	MA	MA	MA	A	MA	A	MA	A	MA	MA	M	A	M	A	MA	MA	MA	MA	A	A	MA	A
8	B	B	M	A	MB	M	A	MA	M	M	B	A	B	B	MB	MA	M	MA	MA	A	A	M	M	M
9	MA	MA	M	B	B	M	M	M	M	M	B	MA	MA	A	M	MA	M	MA	MA	A	M	M	A	MA
10	A	A	M	A	M	B	M	M	M	M	M	M	M	B	M	M	B	M	M	M	B	M	M	M
11	A	MA	M	MA	A	A	M	A	MA	MA	M	MA	A	MA	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	A	A	M

Tabla AI-63: Votos individuales en la Encuesta Delphi ISO 17025.- Segmento de Expertos en Gestión

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Requisito	MB	B	M	A	MA	Total
4.1	0	1	1	5	4	11
4.2	0	1	3	3	4	11
4.3	0	0	6	2	3	11
4.4	0	3	3	3	2	11
4.5	1	5	2	1	2	11
4.6	0	2	5	3	1	11
4.7	0	0	6	3	2	11
4.8	0	1	4	4	2	11
4.9	2	0	4	2	3	11
4.10	1	1	3	5	1	11
4.11	0	4	6	0	1	11
4.12	0	0	2	5	4	11
4.13	0	3	4	3	1	11
4.14	0	6	1	3	1	11
5.1	2	0	7	2	0	11
5.2	0	1	1	4	5	11
5.3	0	2	3	4	2	11
5.4	0	0	3	1	7	11
5.5	0	1	2	2	6	11
5.6	1	0	3	4	3	11
5.7	0	3	2	5	1	11
5.8	0	1	4	6	0	11
5.9	0	0	3	5	3	11
5.10	0	0	5	2	4	11

Tabla AI-64: Tabla de Frecuencias de la Encuesta Delphi ISO 17025.- Segmento de Expertos en Gestión

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Requisito	MB	B	M	A	MA
4.1	0	1	2	7	11
4.2	0	1	4	7	11
4.3	0	0	6	8	11
4.4	0	3	6	9	11
4.5	1	6	8	9	11
4.6	0	2	7	10	11
4.7	0	0	6	9	11
4.8	0	1	5	9	11
4.9	2	2	6	8	11
4.10	1	2	5	10	11
4.11	0	4	10	10	11
4.12	0	0	2	7	11
4.13	0	3	7	10	11
4.14	0	6	7	10	11
5.1	2	2	9	11	11
5.2	0	1	2	6	11
5.3	0	2	5	9	11
5.4	0	0	3	4	11
5.5	0	1	3	5	11
5.6	1	1	4	8	11
5.7	0	3	5	10	11
5.8	0	1	5	11	11
5.9	0	0	3	8	11
5.10	0	0	5	7	11

Tabla AI-65: Tabla de Frecuencias Acumuladas de la Encuesta Delphi ISO 17025.- Segmento de Expertos en Gestión

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Requisito	MB	B	M	A
4.1	0,0000	0,0909	0,1818	0,6364
4.2	0,0000	0,0909	0,3636	0,6364
4.3	0,0000	0,0000	0,5455	0,7273
4.4	0,0000	0,2727	0,5455	0,8182
4.5	0,0909	0,5455	0,7273	0,8182
4.6	0,0000	0,1818	0,6364	0,9091
4.7	0,0000	0,0000	0,5455	0,8182
4.8	0,0000	0,0909	0,4545	0,8182
4.9	0,1818	0,1818	0,5455	0,7273
4.10	0,0909	0,1818	0,4545	0,9091
4.11	0,0000	0,3636	0,9091	0,9091
4.12	0,0000	0,0000	0,1818	0,6364
4.13	0,0000	0,2727	0,6364	0,9091
4.14	0,0000	0,5455	0,6364	0,9091
5.1	0,1818	0,1818	0,8182	1,0000
5.2	0,0000	0,0909	0,1818	0,5455
5.3	0,0000	0,1818	0,4545	0,8182
5.4	0,0000	0,0000	0,2727	0,3636
5.5	0,0000	0,0909	0,2727	0,4545
5.6	0,0909	0,0909	0,3636	0,7273
5.7	0,0000	0,2727	0,4545	0,9091
5.8	0,0000	0,0909	0,4545	1,0000
5.9	0,0000	0,0000	0,2727	0,7273
5.10	0,0000	0,0000	0,4545	0,6364

Tabla AI-66: Tabla de Frecuencias Relativas Acumuladas de la Encuesta Delphi ISO 17025.-  
Segmento de Expertos en Gestión

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Requisito	MB	B	M	A	Suma	Promedio	N-P	Clasificación
4.1	-3,49	-1,34	-0,91	0,35	-5,38	-1,35	0,62	A
4.2	-3,49	-1,34	-0,35	0,35	-4,83	-1,21	0,48	A
4.3	-3,49	-3,49	0,11	0,60	-6,26	-1,57	0,84	A
4.4	-3,49	-0,60	0,11	0,91	-3,07	-0,77	0,04	A
4.5	-1,34	0,11	0,60	0,91	0,29	0,07	-0,80	M
4.6	-3,49	-0,91	0,35	1,34	-2,71	-0,68	-0,05	A
4.7	-3,49	-3,49	0,11	0,91	-5,96	-1,49	0,76	A
4.8	-3,49	-1,34	-0,11	0,91	-4,03	-1,01	0,28	A
4.9	-0,91	-0,91	0,11	0,60	-1,10	-0,27	-0,45	M
4.10	-1,34	-0,91	-0,11	1,34	-1,02	-0,26	-0,47	M
4.11	-3,49	-0,35	1,34	1,34	-1,17	-0,29	-0,44	M
4.12	-3,49	-3,49	-0,91	0,35	-7,54	-1,88	1,16	MA
4.13	-3,49	-0,60	0,35	1,34	-2,41	-0,60	-0,13	M
4.14	-3,49	0,11	0,35	1,34	-1,69	-0,42	-0,31	M
5.1	-0,91	-0,91	0,91	3,49	2,58	0,65	-1,37	M
5.2	-3,49	-1,34	-0,91	0,11	-5,62	-1,40	0,68	A
5.3	-3,49	-0,91	-0,11	0,91	-3,60	-0,90	0,17	A
5.4	-3,49	-3,49	-0,60	-0,35	-7,93	-1,98	1,25	MA
5.5	-3,49	-1,34	-0,60	-0,11	-5,54	-1,39	0,66	A
5.6	-1,34	-1,34	-0,35	0,60	-2,41	-0,60	-0,13	M
5.7	-3,49	-0,60	-0,11	1,34	-2,87	-0,72	-0,01	A
5.8	-3,49	-1,34	-0,11	3,49	-1,45	-0,36	-0,37	M
5.9	-3,49	-3,49	-0,60	0,60	-6,98	-1,75	1,02	MA
5.10	-3,49	-3,49	-0,11	0,35	-6,75	-1,69	0,96	A

Puntos de Corte -3,006 -1,532 -0,065 0,958 -87,468

N= -0,73

Tabla AI-67: Tabla Final de la Encuesta Delphi ISO 17025.- Segmento de Expertos en Gestión

#### 4 SEGMENTO DE EXPERTOS EN LABORATORIOS

Requisito	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10	4.11	4.12	4.13	4.14	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10	
Experto																									
1	MA	A	A	M	B	A	M	M	M	A	M	A	M	B	B	MA	A	MA	MA	A	A	A	M	A	
2	MA	A	A	M	B	B	A	A	M	A	MA	A	A	B	A	A	M	MA	A						
3	MA	A	M	B	B	MA	MA	M	B	A	A	M	M	MA	MA	A	MA	A	M	MA	B	M	MA	M	
4	B	B	M	MB	A	MA	B	M	A	MA	A	MA	M	MB	MB	A	B	MA	A	M	MA	A	M	B	
5	A	MA	B	M	MB	M	MA	A	M	MA	MA	B	A	MB	MB	M	B	B	A	A	MB	MA	B	M	
6	B	M	A	M	A	A	A	A	M	A	A	A	M	B	M	MA	M	MA	MA	A	MA	A	A	A	
7	MA	MA	A	M	B	A	M	MB	MB	B	M	A	MB	M	A	MA	MA	A	MA	B	M	M	MB	MB	
8	A	MA	A	B	MA	M	M	M	A	A	M	A	MA	M	M	A	A	MA	MA	MA	M	B	MA	A	
9	B	M	M	M	B	B	M	A	MA	MA	MA	A	MA	A	M	MA	A	MA	MA	MA	MA	MA	MA	A	
10	A	A	A	M	MB	B	A	M	M	A	MA	A	A	B	M	A	M	MA	A	MA	MA	MA	A	M	
11	MA	MA	MA	M	A	M	M	A	MA	MA	M	A	A	A	A	MA	M	MA	MA	A	MA	A	A	A	
12	A	A	A	M	M	MA	A	A	M	A	MA	A	MA	M	M	MA	A	MA	MA						
13	M	M	B	M	MA	MA	M	B	M	M	M	B	B	A	MA	A	MA	A	MA	MA	MA	A	A	A	

Tabla AI-68: Votos individuales en la Encuesta Delphi ISO 17025.- Segmento de Expertos en Laboratorios

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Requisito	MB	B	M	A	MA	Total
4.1	0	3	1	4	5	13
4.2	0	1	3	5	4	13
4.3	0	2	3	7	1	13
4.4	1	2	10	0	0	13
4.5	2	5	1	3	2	13
4.6	0	3	3	3	4	13
4.7	0	1	6	4	2	13
4.8	1	1	5	6	0	13
4.9	1	1	7	2	2	13
4.10	0	1	1	7	4	13
4.11	0	0	5	3	5	13
4.12	0	2	1	9	1	13
4.13	1	1	4	4	3	13
4.14	2	4	3	3	1	13
5.1	2	1	5	3	2	13
5.2	0	0	1	6	6	13
5.3	0	2	4	4	3	13
5.4	0	1	0	3	9	13
5.5	0	0	1	3	9	13
5.6	0	1	1	4	7	13
5.7	1	1	2	1	8	13
5.8	0	1	2	5	5	13
5.9	1	1	2	4	5	13
5.10	1	1	3	7	1	13

Tabla AI-69: Tabla de Frecuencias de la Encuesta Delphi ISO 17025.- Segmento de Expertos en Laboratorios

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Requisito	MB	B	M	A	MA
4.1	0	3	4	8	13
4.2	0	1	4	9	13
4.3	0	2	5	12	13
4.4	1	3	13	13	13
4.5	2	7	8	11	13
4.6	0	3	6	9	13
4.7	0	1	7	11	13
4.8	1	2	7	13	13
4.9	1	2	9	11	13
4.10	0	1	2	9	13
4.11	0	0	5	8	13
4.12	0	2	3	12	13
4.13	1	2	6	10	13
4.14	2	6	9	12	13
5.1	2	3	8	11	13
5.2	0	0	1	7	13
5.3	0	2	6	10	13
5.4	0	1	1	4	13
5.5	0	0	1	4	13
5.6	0	1	2	6	13
5.7	1	2	4	5	13
5.8	0	1	3	8	13
5.9	1	2	4	8	13
5.10	1	2	5	12	13

Tabla AI-70: Tabla de Frecuencias Acumuladas de la Encuesta Delphi ISO 17025.- Segmento de Expertos en Laboratorios

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

---

Requisito	MB	B	M	A
4.1	0,0000	0,2308	0,3077	0,6154
4.2	0,0000	0,0769	0,3077	0,6923
4.3	0,0000	0,1538	0,3846	0,9231
4.4	0,0769	0,2308	1,0000	1,0000
4.5	0,1538	0,5385	0,6154	0,8462
4.6	0,0000	0,2308	0,4615	0,6923
4.7	0,0000	0,0769	0,5385	0,8462
4.8	0,0769	0,1538	0,5385	1,0000
4.9	0,0769	0,1538	0,6923	0,8462
4.10	0,0000	0,0769	0,1538	0,6923
4.11	0,0000	0,0000	0,3846	0,6154
4.12	0,0000	0,1538	0,2308	0,9231
4.13	0,0769	0,1538	0,4615	0,7692
4.14	0,1538	0,4615	0,6923	0,9231
5.1	0,1538	0,2308	0,6154	0,8462
5.2	0,0000	0,0000	0,0769	0,5385
5.3	0,0000	0,1538	0,4615	0,7692
5.4	0,0000	0,0769	0,0769	0,3077
5.5	0,0000	0,0000	0,0769	0,3077
5.6	0,0000	0,0769	0,1538	0,4615
5.7	0,0769	0,1538	0,3077	0,3846
5.8	0,0000	0,0769	0,2308	0,6154
5.9	0,0769	0,1538	0,3077	0,6154
5.10	0,0769	0,1538	0,3846	0,9231

Tabla AI-71: Tabla de Frecuencias Relativas Acumuladas de la Encuesta Delphi ISO 17025.-  
Segmento de Expertos en Laboratorios

Aplicación de Matrices y otras Herramientas de la Calidad para el Desarrollo de Sistemas de Evaluación y Toma de Decisiones

Requisito	MB	B	M	A	Suma	Promedio	N-P	Clasificación
4.1	-3,49	-0,74	-0,50	0,29	-4,44	-1,11	0,45	A
4.2	-3,49	-1,43	-0,50	0,50	-4,92	-1,23	0,57	A
4.3	-3,49	-1,02	-0,29	1,43	-3,38	-0,84	0,18	A
4.4	-1,43	-0,74	3,49	3,49	4,82	1,20	-1,86	B
4.5	-1,02	0,10	0,29	1,02	0,39	0,10	-0,76	M
4.6	-3,49	-0,74	-0,10	0,50	-3,82	-0,96	0,30	A
4.7	-3,49	-1,43	0,10	1,02	-3,80	-0,95	0,29	A
4.8	-1,43	-1,02	0,10	3,49	1,14	0,29	-0,94	M
4.9	-1,43	-1,02	0,50	1,02	-0,92	-0,23	-0,43	M
4.10	-3,49	-1,43	-1,02	0,50	-5,43	-1,36	0,70	A
4.11	-3,49	-3,49	-0,29	0,29	-6,98	-1,75	1,09	MA
4.12	-3,49	-1,02	-0,74	1,43	-3,82	-0,96	0,30	A
4.13	-1,43	-1,02	-0,10	0,74	-1,81	-0,45	-0,21	A
4.14	-1,02	-0,10	0,50	1,43	0,81	0,20	-0,86	M
5.1	-1,02	-0,74	0,29	1,02	-0,44	-0,11	-0,55	M
5.2	-3,49	-3,49	-1,43	0,10	-8,31	-2,08	1,42	MA
5.3	-3,49	-1,02	-0,10	0,74	-3,87	-0,97	0,31	A
5.4	-3,49	-1,43	-1,43	-0,50	-6,84	-1,71	1,05	MA
5.5	-3,49	-3,49	-1,43	-0,50	-8,91	-2,23	1,57	MA
5.6	-3,49	-1,43	-1,02	-0,10	-6,03	-1,51	0,85	MA
5.7	-1,43	-1,02	-0,50	-0,29	-3,24	-0,81	0,15	A
5.8	-3,49	-1,43	-0,74	0,29	-5,36	-1,34	0,68	A
5.9	-1,43	-1,02	-0,50	0,29	-2,66	-0,66	0,00	A
5.10	-1,43	-1,02	-0,29	1,43	-1,31	-0,33	-0,33	M

Puntos de Corte -2,579 -1,298 -0,237 0,817 -79,131

N= -0,66

Tabla AI-72: Tabla Final de la Encuesta Delphi ISO 17025.- Segmento de Expertos en Laboratorios

## **Anexo 2 Miembros del Comité de Calificación de Laboratorios de CNEA (CoCaLab)**

### **Ing. María Marta Mazzini**

Ingeniera Química (Universidad Tecnológica Nacional)

Juez del Premio Nacional de la Calidad - Sector Privado (1999 – 1998).

Asesora del Directorio del Instituto de Desarrollo Empresario Bonaerense (IDEB) para la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad interno.

Integrante del Comité de Evaluación de Entidades Certificadoras de la Secretaría de Industria, Comercio y Minería.

Integrante del Comité General de Certificación del Instituto Argentino de Normalización (IRAM).

Integrante de un equipo del Organismo Internacional de Energía Atómica para la redacción del documento “Comparison / Linkage between IAEA and ISO Standards on Quality” de publicación Internacional

Miembro del Consejo Académico de Maestrías y Coordinadora de la Maestría de Calidad de la UTN Regional Buenos Aires en donde asimismo soy docente titular de la cátedra “Gestión de la Calidad” de la especialidad, Ingeniería Electrónica .

Miembro del Consejo Académico del Instituto Universitario de Estudios Nucleares.

### **Ing. Tulio A. Palacios**

Ingeniero Electromecánico Orientación Electricista (Universidad de Morón)

Jefe de la Unidad Gestión de la Calidad del Centro Atómico Constituyentes

Egresado de la Universidad de Morón como Ingeniero Electromecánico orientación electricista. Realizó cursos de posgrado en Metalurgia y Calidad. Ex examinador del Premio Nacional a la Calidad sector privado.

Representa a la CNEA en el Instituto Argentino de Normalización (IRAM) y en el Organismo Argentino de Acreditación (OAA). Ha sido profesor en cursos de posgrado en Ingeniería de la Calidad. Es director de tesis de maestría en Ingeniería de la Calidad. Es autor de 60 trabajos científicos publicados y 70 presentaciones a congresos nacionales e internacionales.

**Lic. Adriana Casa**

Licenciada en Ciencias Químicas (Universidad Nacional de Buenos Aires).

Jefe de Departamento de Relaciones Internacionales – CNEA.

Integrante del Comité de Acreditación de Laboratorios de Ensayos del Organismo Argentino de Acreditación (OAA).

Evaluada de laboratorios (OAA).

Coordinadora del Proyecto Aseguramiento de la Calidad en Laboratorios de Química Analítica del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Experto de OIEA en Gestión de la Calidad de Laboratorios.

Fue Responsable de Calidad de la Unidad de Química – CAC - CNEA.

Integrante del CoCaLab.

**Lic. Sara M. Resnizky**

Sara Resnizky: Lic. en Ciencias Químicas (Universidad Nacional de Buenos Aires).

Investigación utilizando la Técnica de Análisis por Activación (CNEA).

Responsable de calidad del laboratorio.

Evaluada del Premio Nacional a la Calidad en el Sector Público (1999). Cursa segundo año de la Maestría en Ingeniería en Calidad (UTN).

**Lic. Gladys Noemí Pucci**

Licenciada en Bioquímica (Universidad Nacional de Buenos Aires).

Responsable de Aseguramiento de la Calidad de la Unidad de Química del Centro Atómico Constituyentes.- CNEA.

Integrante del Proyecto ARCAL 26 de Aseguramiento de la Calidad en laboratorios analíticos (Organización Internacional de Energía Atómica).

Integrante de la Comisión de Laboratorios y Actividades de Certificación del Instituto Argentino de Normalización (IRAM).

**Ing. Nicolás F. Rona**

Ingeniero Químico (Universidad Tecnológica Nacional).

Especialista de Pos Grado en Gestión de la Calidad (Instituto Tecnológico Buenos Aires).

Jefe de Gestión de la Calidad del Centro Atómico Ezeiza.- Comisión Nacional de Energía Atómica.

Especialista de Posgrado en Gestión de la Calidad (ITBA).

Docente de la Universidad Tecnológica Nacional en Gestión de la Calidad.

Director y Docente en Gestión de la Calidad en cursos dictados por la CNEA, Universidad Tecnológica, Universidad de Luján y Organización de Estados Americanos.

Fue Evaluador Principal del Premio Nacional a la Calidad.

Fue docente en cursos dictados por CNEA con la Universidad Nacional de La Plata.

### Anexo 3 Listado de Expertos Consultados en la Encuesta Delphi

Oscar Allende	Especialista en Gestión de la Calidad y Ambiental - Unidad de Gestión de la Calidad – CAE – CNEA
Mariana Arias	Docente UTN en Gestión de la Calidad – Especialista en Gestión de la Calidad (ITBA)
David Banchik	Jefe Laboratorio Metalúrgico Fabricación Aleaciones Especiales, (L.M.FAE)
Daniel Bianchi	Laboratorio Metalúrgico Fabricación Aleaciones Especiales, (L.M.FAE)
Julio Bustamante	Jefe División Calidad Centro Atómico Baricloche (CAB) - CNEA.
Mario Carballido	Jefe de Aseguramiento de la Calidad – CAE - CNEA
Liliana De Lio	Departamento Materiales y Combustibles Nucleares – CAE - CNEA
Leonor Dell 'Ochio	Jefe Departamento Materiales y Combustibles Nucleares – CAE - CNEA
Claudio Devida	Laboratorio de Química Analítica del Departamento de Materiales y Combustibles Nucleares.- CAE - CNEA.- Jefe de la Planta Piloto Fabricación Aleaciones Especiales (P.P. FAE)
Juan C. Furnari	Jefe del Departamento Radioquímica y Química de las Aplicaciones- CAE - CNEA
Teresa Gally	Jefe del Laboratorio de Fitopatología – Universidad Nacional de Luján
Mirtha Gamba	Jefe de Gestión de la Calidad – Departamento de Geología – CAE - CNEA
Hernán Garonis	División Gestión de Calidad CAC- CNEA
Isabel González	Jefe de la Sección Planes de la Calidad y Calificación de Procesos - CAE - CNEA
Víctor H. González	Especialista en Gestión de la Calidad Unidad de Proyectos y Estudios Suministros Nucleares (UPESN)
Amanda Igllicki	Jefe del Laboratorio de Metrología de Radioisótopos.- Centro Atómico Ezeiza (CAE).- Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)
Bernardo Kurcbart	Departamento de Ensayos No Destructivos y Estructurales.- Centro Atómico Constituyentes (CAC) - CNEA
Mónica Moreno	Jefe Laboratorio de Control de la Calidad – Instituto Nacional de Semillas
Tulio Palacios	Jefe de la División de Gestión de la Calidad – CAC – CNEA
Daniel Paolillo	Ex miembro del Laboratorio de Control de Calidad de Obras Sanitarias de la Nación
Haydee Picardi	Laboratorio de Dosimetría Interna – CAE – CNEA
Rita Pla	Jefe del Laboratorio de Técnicas Analíticas Nucleares.
Gladys Pucci	Responsable de la División Química del CAC - CNEA.- Miembro del CoCaLab
Renato Radicella	Asesor del Presidente del Directorio de la Comisión Nacional de Energía Atómica.
Sara Resnizky	Coordinadora de Gestión de Calidad de Laboratorios – Centro Atómico Ezeiza
Margarita Saravi	Jefe del Laboratorio de Metrología de las Radiaciones – CAE - CNEA
Lidia Tosi	Jefe de la Sección Sistema de Grupos de Mejora - CAE - CNEA
Alicia Vuillen	Jefe de División Estudios Especiales – Departamento de Geología