



**Facultad de Ciencias Económicas y  
Estadística**

**Maestría en Administración  
de Empresas**  
**MENCIÓN EN DIRECCIÓN GENERAL**  
**TRABAJO FINAL**

**“Sistemas de Calidad  
en el Acopio de Granos”**

**Autor: Ing. Sebastián A. Chiodin**

**Directora: Dra. María Cristina Arriaga**

**Año: 2022**

## **Dedicatoria**

*“...sin cesar pasaba de unas esperanzas a otras, que de una prosperidad tomaba ocasión para otras varias, y que sí caía quería reparar la caída con nuevas empresas y ni por victorias ni por derrotas hacía pausa en mortificarse y ser mortificado”*

**Plutarco, Vidas Paralelas, Pirro de Épiro, S I DC**

-----

**A la Memoria de mi Padre Sergio D. Chiodin (1959-2015)**

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer en primer lugar, si bien es en forma póstuma, al Sr. Roberto Constantini, que en el año 2012 permitió que emplee equipamiento electrónico desarrollado por mi firma en una de sus plantas. Sinceramente, todo lo que conozco de acopio fue en gran medida gracias a su Persona.

En segundo lugar mi madre Liliana Beatriz Alabarcez y mi Padre (1959-2015) y Sergio Daniel R. Chiodin. En cuarto lugar y también en forma póstuma, es a mi abuelo Sergio Claudio Chiodin (1929-1999), solamente trece años de mi vida pude compartir con él, sin embargo desde pequeño me enseñó preceptos de administración de negocios. Finalmente y no por ultimo lugar, a mi abuela Nélica Favot(1931-2018), la mente detrás de los proyectos de mi abuelo.

En el ámbito Académico, a mi directora de Trabajo Final, Dra. Arriaga por tenerme paciencia en la finalización de este trabajo y continuar la revisión aún luego de cumplir su ciclo de Docente. Infaltables Liliana y Verónica de la administración del MBA, muy agradecido por la buena predisposición que han tenido para conmigo y su buena voluntad en cuanto a facilitar la concreción del presente Trabajo y por permitir que el lector pueda disfrutar, esa es al menos mi esperanza, de esta obra.

Refiriéndome a realización del trabajo de Campo, es invalorable el aporte del personal de la planta de Acopio de AFA (Agricultores Federados Argentinos) Rueda, entre ellos se encuentran Fabián Supanovich, Cristián Di Paolo y Flavia Giordano. Totalmente agradecido por permitir que recorra las instalaciones y más importante aun, dedicar su tiempo a sucesivas entrevistas, valoro muchísimo el esfuerzo realizado. El análisis de costo de mano de obra ha sido posible gracias a la empresa del Sr. Gustavo Benzina, la cual se dedica a montajes industriales e implementación de energías renovables.

Para concluir, quiero agradecer a un profesor del MBA Carlos Altschul, por haberme recomendado allí por el año 2011, leer Lobo Estepario de Herman Hesse, luego de la conversación que había tenido sobre Theodor Mommsen y su historia de Roma.

## **Resumen Ejecutivo**

El objetivo del presente trabajo es analizar los sistemas de calidad en el acopio de granos, para posteriormente aplicar dicho análisis a una planta “Prototipo de 14.000” Toneladas, a fin de estimar un costo de implementación. Este proceso se realiza en marco de las normas ISO 9001, con lo cual se han diagramado los pasos necesarios para la descripción del proceso de acuerdo a normas, manual de procedimientos, entre otros. Se ha ido un paso mas allá indicando la tecnología en sistemas de información con la cual diseñar la aplicación web de calidad de granos, indicando las distintas opciones en los elementos que componen el sistema, siendo sus dos principales constituyentes el “Backend” y “FrontEnd”.

Para afianzar los conocimientos y combinar los aspectos teóricos con los prácticos, se realizó una visita a una planta de acopio de 30.000 toneladas, junto con la entrevista a los responsables de la de las instalaciones. Continuando con las entrevistas, se ha indagado a un profesional agrónomo, ingeniero especialista en el área de acopio, para tener los lineamientos necesarios sobre una planta “prototipo” de 14.000 toneladas a fin de analizar desde una perspectiva más amplia los métodos de medición de calidad en los procesos de acopio de grano.

La segunda cuestión ha sido analizar desde la perspectiva de un fabricante de equipamiento electrónico que se inicia en el rubro de termometría para silos, cuales son las estrategias a desarrollar para tener éxito en su cometido. Este punto se encuentra concatenado con el primero ya que termometría en silos es uno de los métodos más utilizados en el análisis de calidad de los granos. Es cierto que si bien hay otras tecnologías y variables para la medición de calidad que se listan en el trabajo, es de momento un sistema de termometría combinado en lazo cerrado con un control de aireación la solución “De Facto” en la mayoría de plantas de acopio que presentan cierto grado de automatización tecnológica.

Para los análisis de Matriz FODA, se implementó un software desarrollado por el autor basado en el lenguaje Python, el cual emplea “Lógica Difusa” para calcular y priorizar las estrategias, dados un numero genérico de factores internos y externos, con sus respectivas ponderaciones y márgenes de incertidumbre. El código desarrollado se detalla en los anexos y ha sido publicado en el repositorio de Github del Autor, mediante acceso público en base a la licencia GPL V2.0.

Para finalizar el trabajo, en lo referido a costos de implementación del sistema de calidad de acopio, en la planta “Prototipo” de 14.000 toneladas, se estimó el mismo en \$320.520 Dólares Norteamericanos. También se han estimado costos de aseguramiento del Grano. Asimismo sobre el posicionamiento en el mercado del fabricante de elementos de termometría, se planteó por un lado el resultado del análisis de 5 fuerzas de Porter y por otro lado se realizó una parametrización de los factores internos y externos en la matriz FODA. El resultado de la aplicación del algoritmo generó ocho estrategias jerarquizadas, para expansión (Cuadrante Fortaleza-Oportunidad) y otras ocho defensivas (para el cuadrante Debilidad-Amenaza). Se adjunta en el anexo II la salida del algoritmo y en el anexo III se acompañan los presupuestos (autorizados para su divulgación).

# INDICE

<b>1.- Introducción.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1.- Planteamiento del Problema.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.- Grupos de Interés.....</b>	<b>10</b>
<b>1.3.- Antecedentes.....</b>	<b>11</b>
<b>2.- Objetivos.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.- Objetivos Generales.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.- Objetivos Específicos.....</b>	<b>12</b>
<b>3.- Alcance y Limitaciones.....</b>	<b>12</b>
<b>4.- Metodología de Investigación utilizada.....</b>	<b>13</b>
<b>5.- Desarrollo.....</b>	<b>13</b>
<b>5.1.- Estudio sobre la implementación de un sistema de calidad de Control de Granos en una planta “Prototipo” de 14.000 Ton.....</b>	<b>13</b>
5.1.1.- Presentación el Sistemas de Calidad.....	13
5.1.1.1.- Estándares de Calidad.....	15
5.1.2.- Descripción de los sistemas de calidad de acuerdo al Marco ISO 9001.....	17
5.1.2.1.- Vocabulario Utilizado por las normas.....	18
5.1.2.2.- Desarrollo del Sistema de Gestión de Calidad.....	19
5.1.2.3.- Organigrama.....	20
5.1.2.4.- Diagrama de Proceso.....	21
5.1.2.5.- Requerimientos del sistema de Calidad.....	24
5.1.2.6.- Manual de Calidad.....	25
5.1.2.7.- Documentación de Procesos.....	26
5.1.3.- Críticas a ISO 9001.....	29
5.1.4.- Descripción métodos de medición y calidad en el acopio de granos.....	31
5.1.4 .1.- Medición vertical de temperatura.....	31

5.1.4.2.- Medición de Humedad por sensor capacitivo.....	34
5.1.4.3.- Medición de Humedad por microondas.....	34
5.1.4.4.- Sistema de Cubicaje Automático.....	35
5.1.4.5.- Control de Aireación.....	36
5.1.4.6.- Proceso de Secado.....	37
<b>5.1.5.- Guía para el diseño de un sistema de medición y control de parámetros de calidad grano de una planta de Acopio.....</b>	<b>38</b>
5.1.5.1.- Descripción de Sistema de Front End.....	38
5.1.5.2.-BackEnd.....	40
<b>5.1.6.- Visita a una Planta de Acopio de AFA, entrevistas con los acopiadores.....</b>	<b>42</b>
<b>5.1.7.- Consulta con un ingeniero Agrónomo especializado en el Área....</b>	<b>44</b>
<b>5.1.8.- Planta de Acopio “Prototipo de 14.000 Ton” .....</b>	<b>46</b>
5.1.8.1.- Costos Estimativos de la planta.....	48
5.1.8.2.- Costo de Capital Almacenado y estimación de Rotación de Stock.....	49
5.1.8.3.- Relación entre la planta prototipo y acopiadores de la región.....	50
<b>5.1.9.- Costo de la implementación de un sistema integral de monitoreo de calidad de Grano en la Planta de Acopio Modelo.....</b>	<b>51</b>
5.1.9.1.- Estudio del Costo de Implementación de un sistema de Termometría Completo	51
Estimación y Descripción de Materiales y Procesos.....	52
Estimación de Costos.....	54
5.1.9.2.- Implementación de un sistema de Control de Humedad, análisis de costos.....	55
Estimación de Descripción de Materiales y Procesos.....	55
Estimación de Costos.....	55
5.1.9.3.- Sistema de cubicaje Automático, implementación y análisis de Costos.....	56
5.1.9.4.- Resumen de Costos de Implementación de sistema de Calidad de medición.....	57
5.1.9.5.- Costos de Seguro de Acopio y su relación con los sistema de Control de Calidad de Granos.....	57
<b>5.2.- Análisis del posicionamiento de producto de un sistema de calidad de granos, desde la perspectiva de un fabricante de equipamiento que ingresa al mercado.....</b>	<b>60</b>
<b>5.2.1.- Presentación del producto con sus características y aplicaciones</b>	<b>60</b>
5.2.1.1.- Elementos que componen.....	61

5.2.1.2.- Análisis de dispersión y valores medios de temperatura y humedad.....	62
<b>5.2.2.- Análisis de las 5 Fuerzas de Porter.....</b>	<b>62</b>
5.2.2.1.- Proveedores.....	64
5.2.2.2.- Compradores.....	65
5.2.2.3.- Competencia Actual.....	65
5.2.2.4.- Amenazas de Sustitutos.....	65
5.2.2.5.- Barreras del mercado.....	65
<b>5.2.3.- Análisis de matriz FODA mediante herramientas de Software.....</b>	<b>66</b>
5.2.3.1.- Modelado de las Variables del FODA.....	67
5.2.3.2.- Repositorio del Código Fuente.....	73
5.2.3.3.- Planteamiento de Factores Internos y externos.....	73
<b>5.2.4.- Estrategias Competitivas resultado del análisis FODA.....</b>	<b>74</b>
5.2.4.1.- Estrategias Expansivas.....	74
5.2.4.2.- Estrategias Defensivas.....	75
<b>5.2.5.- Pasos para la certificación del producto.....</b>	<b>77</b>
<b>5.2.4.- Conclusiones sobre análisis del producto y mercado.....</b>	<b>81</b>
<b>6.- Conclusiones Finales.....</b>	<b>83</b>
<b>7.- Bibliografía.....</b>	<b>84</b>
<b>7.1- LIBROS.....</b>	<b>84</b>
<b>7.2- PUBLICACIONES.....</b>	<b>84</b>
<b>8. Anexos.....</b>	<b>85</b>
<b>8.1 Anexo I – Códigos Fuente.....</b>	<b>85</b>
Clases de Factores Internos y externos.....	89
Programa Principal.....	95
<b>8.2 Anexo II.....</b>	<b>97</b>
<b>8.3 Anexo III.....</b>	<b>102</b>

## **1.- Introducción**

El presente Trabajo Final Maestría en Administración consiste en un análisis de los sistemas de calidad implementados en el acopio de granos, junto con el desarrollo y posicionamiento en el mercado desde la perspectiva de un fabricante de equipamiento de termometría en Silo. El mismo se encuadra dentro en un Trabajo Profesional.

Ha sido del interés del autor centrarse en los sistemas de calidad en el acopio de granos. Por tal motivo, inicialmente se indagó en tecnología, costos de implementación y se realizó una visita a una planta de acopio, junto con entrevistas a un Ingeniero agrónomo. Luego sobre la base de una planta modelo de 14.000 Ton, se calculó el costo de implementación de un sistema de calidad en el acopio de los granos, centrándose en las variables de control del proceso, en el marco de las normas ISO 9001:2015, sin dejar de mencionar críticas a dichas normas. Se exhibió la arquitectura que debería tener un sistema de calidad de grano, describiendo los módulos que lo componen. Asimismo yendo un paso más allá, se sugirieron las tecnología y/o lenguajes de programación con los que se puede implementar.

Luego se planteó desde la perspectiva de un fabricante de equipamiento electrónico, el desarrollo y posicionamiento en el mercado de un producto de termometría para Silos, para ellos se analizaron las fuerzas de Porter, Análisis FODA y establecimiento de estrategias. Se agregó además un sistema de modelado de estrategias basado en Lógica Difusa, con el código en Lenguaje Python desarrollado íntegramente por el autor.

### **1.1.- Planteamiento del Problema**

El problema que el autor ha detectado como consultor en el área de tecnología, relacionado al acopio de granos es la falta de información en las plantas sobre el material almacenado, tanto en valores actuales como registros históricos sobre la cantidad de material en silo, su temperatura, humedad, etc. Esto conlleva a varios efectos, entre ellos que las entidades aseguradoras no puedan acceder a estos registros, implica un riesgo que se ve transferido en la tasa de interés que se cobra al acopiador.

En este caso, el objeto de estudio no son las grandes cadenas (Ej. Cargill) que cuentan con sistemas de NIVEL 1 (Automatización). Nivel 2 (Operación remota y local) y Nivel 3 (Redes Gerenciales sobre los históricos). Más bien se encuentra orientado a acopiadores de mediano tamaño, entre 5.000 a 50.000 toneladas en planta de acopio.

La calidad del acopio de granos es un tema prioritario no solamente en la región pampeana, sino con la extensión de la agricultura a zonas donde hasta hace algunos años se consideraba no viable, por ejemplo Santiago del Estero, Sur Bs. As., Chaco, etc. Es por tal motivo que ha sido de interés indagar sobre la presente temática, valiéndose de las herramientas tecnológicas desarrolladas en el transcurso de los años por el Autor como Ingeniero Electrónico y administrativas, adquiridas en el transcurso de la Maestría, para proponer una solución a la mencionada problemática.

## **1.2.- Grupos de Interés**

Los grupos de interés mencionados para el caso de estudio son acopiadores de tamaño intermedio, cooperativas, particulares, empresas de capacidad no mayor a 50.000 Toneladas, debido a la creciente necesidad que poseen de registrar los niveles de grano con otros medios además del balance entre ingreso/egreso a través de básculas. Además Existe la posibilidad de tener una reducción en las tasas de seguro de los granos(Sin mencionar que muchos seguros ya exigen de base un sistema de calidad de Granos), a la vez que pueden exhibir a sus clientes un sistema integrado de control de stock con lo cual su imagen adquiere mayor prestigio y logran mayor posicionamiento en el mercado.

Los pequeños acopiadores también pueden utilizar este sistema pero, la relación costo beneficio en función del capital que posee jugará en contra de la implementación a priori de un proyecto, sin mencionar la tensión existente entre el sector del agro y gubernamental nacional en el momento de desarrollar el presente estudio.

En el caso de los grandes acopiadores, véase Bunge, Cargill, en cierto modo se encuentran en un estrato superior por contar con medios e infraestructura para analizar las variables de almacenamiento, sin embargo no lo tienen empleado en su totalidad, con lo cual también existe una veta comercial en este segmento, no implementando el sistema desde sus inicios, más bien mejorando las capacidades de control y acceso de datos existentes.

### **1.3.- Antecedentes**

A nivel nacional el INTA posee planes como el Proyecto Nacional de Eficiencia y Post Cosecha de Granos, del cual se agregan los links para leer en mayor detalle lo que figura en los folletos:

<http://www.cosechaypostcosecha.org/data/folletos/conservacionDeGranos.pdf>

<http://www.cosechaypostcosecha.org/>

Además cuenta con estimadores de costos de merma de granos post cosecha. Sin embargo no menciona sobre un sistema integrado que estime un mapa interno de temperatura de los granos para proteger frente a incremento de la temperatura y realice estimación automática de humedad en el silo.

Actualmente a través del INTI han surgido publicaciones a través de sistemas de gestión en el acopio de granos, sin embargo la mayoría de estos sistemas no contemplan y/o se relacionan con las variables internas del grano (temperatura / humedad, control directo y automático de sistemas de aireación), con lo cual el campo de aplicación de los presentes sistemas desarrollar es muy favorable no solamente en el plano nacional, sino también a nivel internacional.

La implementación del sistema de gestión de calidad como se presenta compete directamente con empresas Europeas y Americanas utilizando la misma tecnología de vanguardia.

## **2.- Objetivos**

### **2.1.- Objetivos Generales**

- 1. Realizar un Estudio sobre la implementación de un sistema de calidad de Control de Granos en una planta “Prototipo” de 14.000 Ton.**
- 2. Analizar el posicionamiento de producto de un sistema de calidad de granos, desde la perspectiva de un fabricante de equipamiento que ingresa al mercado.**

## **2.2.- Objetivos Específicos**

- 1.1 Presentar el Sistemas de Calidad.
- 1.2 Describir el o los sistemas de calidad de acuerdo al Marco ISO 9001.
- 1.3 Realizar críticas a ISO 9001.
- 1.4 Describir métodos de medición y calidad en el acopio de granos.
- 1.5 Implementar una guía para el diseño de un sistema de medición y control de parámetros de calidad grano de una planta de Acopio.
- 1.6 Visitar una Planta de Acopio de AFA y realizar entrevistas con los acopiadores.
- 1.7 Consultar con un ingeniero Agrónomo especializado en el Área.
- 1.8 Presentar la planta de Acopio “Prototipo de 14.000 Ton”.
- 1.9 Calcular el costo de la implementación de un sistema integral de monitoreo de calidad de Grano en la Planta de Acopio Prototipo.
  - 1.9.1 Estudio del Costo de Implementación de un sistema de Termometría Completo.
  - 1.9.2 Implementación de un sistema de Control de Humedad, análisis de costos.
  - 1.9.3 Sistema de cubicaje Automático, implementación y análisis de costos.
  - 1.9.4 Resumen de Costos de Implementación de sistema de Calidad de granos.
  - 1.9.5 Costos de Seguro de Acopio y su relación con los sistema de Control de Calidad de Granos.
- 2.1 Presentar el producto con sus características y aplicaciones.
- 2.2 Realizar Análisis de las 5 Fuerzas de Porter.
- 2.3 Realizar Análisis de matriz FODA mediante herramientas de Software.
- 2.4 Extraer de las Estrategias Competitivas producto del análisis FODA.
- 2.4 Definir los pasos para la certificación del producto.
- 2.5 Extraer conclusiones sobre análisis del producto y mercado.

## **3.- Alcance y Limitaciones**

El presente trabajo permite obtener los lineamientos y la metodología sobre los sistemas de calidad y como implementarlos, pero no incluye la acreditación Hardware y Software como una etapa de presentación del proyecto.

Debido a la gran cantidad y dispersión de acopiadores en el país, se preparó una planta prototipo(modelo) inicialmente, para estimar calculo de costos, se entrevistará a un ingeniero agrónomo especializado en acopio de granos, para consultar sobre Layouts y demás datos.

La búsqueda y obtención de lineamientos para la certificación del sistema de gestión y calidad en el acopio de granos, permitirá generar conocimiento para el momento de acreditarlo, pero la acreditación en si no forma parte del trabajo del trabajo final.

## **4.- Metodología de Investigación utilizada**

Los métodos empleados son descriptivos para los objetivos específicos en su mayoría, ya que hay que determinar propiedades y desarrollar cuestionarios para la obtención de la información, además de un intenso relevamiento. Una vez obtenidos esos datos sobre los sistemas de calidad en el acopio del grano, a fin que no queden como formas abstractas meramente obtenidas, se procesaron y se presento una planta “Prototipo de 14.000 ton” como una especie de contexto donde se analizó el costo de la implementación de sistema de monitoreo y control de granos.

También se emplearon técnicas explicativas, estructuradas, particularmente para el análisis de costo de implementación de los sistemas y el procedimiento lógico de análisis de mercado para la aplicación en particular. Se combinaron: Análisis de las 5 fuerzas competitivas del mercado de Porter, Análisis FODA y planteamiento de escenarios.

Asimismo, se incluyeron dos actualizaciones interesantes en la descripción del sistema de gestión como herramienta implementada, desde el punto de vista de desarrollo, separando BackEnd y FrontEnd.

Respecto del Análisis FODA se implementará una actualización de herramientas de modelizado y simulación de los escenario y variables de entornos desarrolladas por autor, a partir de últimos Papers relacionados en dicho tema.

## **5.- Desarrollo**

### **5.1.- Estudio sobre la implementación de un sistema de calidad de Control de Granos en una planta “Prototipo” de 14.000 Ton**

#### **5.1.1.- Presentación el Sistemas de Calidad**

La primer pregunta que se realiza es, ¿para qué certificar un Sistema de medición y control de Calidad de las plantas de acopio? En primer lugar, permite que una organización valide

el correcto funcionamiento del proceso, además de corroborar que cumpla con estándares que serán desarrollados a continuación, siendo esenciales tanto para un posicionamiento de la compañía como para los grupos de Interés (Stake Holder).

Existe un cierto número de bus-sistemas que trabajan en forma coordinada para formar parte del “Sistema de Calidad de la Planta”. Por un lado se encuentran bases de datos o repositorios, que serán descritos en los próximos incisos. Desde el punto de vista Físico, se instalan una serie sensores y equipamiento que realizan mediciones físicas, entre las cuales se menciona, peso de granos, humedad y temperatura, tanto ambiente como del material en cuestión. Por consiguiente será necesario validar las mediciones de los instrumentos a fin que el sistema de calidad en el acopio de granos funcione adecuadamente. Además luego de la etapa de mesura, es necesario procesarlas e incorporarlas en las estructuras de datos para que puedan ser accedidas en manera local y remota, este paso consiste en transformar datos en información. Con la Información ya procesada, se pueden tomar cursos de acción, como indicadores de alarmas y sistemas de control de aireación automáticos.

Hasta el momento se han mencionado dos palabras importantes, “Calidad” y “Certificación”, es necesario realizar una aclaración sobre la definición que presentan diversos autores. Se tomará el termino “Calidad”:

- “Grado de Excelencia” <sup>1</sup>(Oxford), utilizado por la mayoría de las personas.
- “Ausencia de defectos o deficiencias” <sup>2</sup>(Juran), utilizado por diseñadores de productos.
- “Conformidad para Realizar Requisitos”, <sup>2</sup>(Juran), Empleado por diseñadores según especificaciones.
- “Aptitud para un Uso”, <sup>2</sup>(Juran), utilizados para los consumidores de productos y/o servicios.
- “El Grado para el cual un conjunto de características o propiedades de un proceso, producto o servicio, cumple con requisitos”, <sup>3</sup>(ISO).
- “Satisfacción Sostenida”, <sup>4</sup>(Deming) el significado para los ECO que utilizan la calidad como un factor de ventaja competitiva

---

<sup>1</sup> Diccionario de Oxford

<sup>2</sup> Juran J.M., “Juran On Quality Design”, The Free Press, 1992

<sup>3</sup> Norma ISO 9000:2005, definición de calidad

<sup>4</sup> Deming, Edwards – “The New Economics”, Editorial MIT, Segunda Edición

La definición que más se adapta en la aplicación del sistema de calidad en el acopio de granos, es en primer lugar la formulada por Deming, ya que hace referencia a un punto de vista administrativo global de la situación. Al hablar de satisfacción sostenida, menciona no solo el grado de perfección del producto, sino también el Federación (respuesta) del cliente. Es también válido realizar la aclaración que al buscar la certificación vía ISO, la definición de acuerdo a la organización cobra mucha relevancia en el transcurso del proyecto. Más bien realizando un análisis profundo de la situación puede pensarse a la definición de ISO, con su visión de procesos, se encuentra ampliamente influenciada por “El principio de calidad total de Deming”.

Además vale recalcar el atributo de calidad especificado por Deming, “Un producto posee calidad si es de utilidad para las personas y a la vez cuenta con mercado bueno y sustentable”<sup>4</sup>

### **5.1.1.1.- Estándares de Calidad**

En el presente trabajo, se abordarán los conceptos de estándares de calidad de acuerdo a las normas ISO (organización internacional de estandarización), debido principalmente a las siguiente factores.

- Está Desarrollado por especialistas de acuerdo a la necesidades de los procesos objeto de estudio.
- Estándar Ampliamente utilizado en Mundo.
- Es un Requisito indispensable para exportar productos y/o servicios a los principales.
- Mejora la percepción del Cliente sobre la base de la empresa, sus procesos y productos.

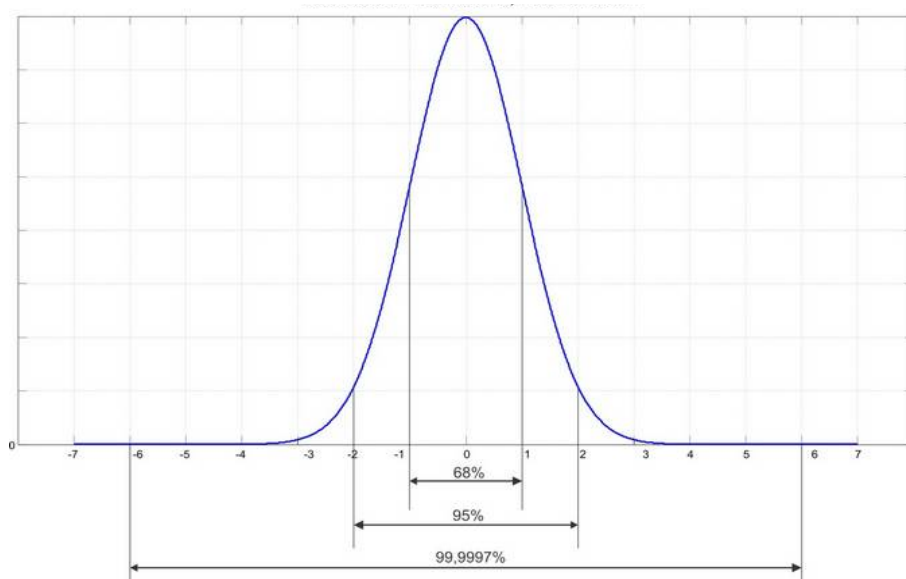
Cabe aclarar que también existen otros estándares como, tales como Six Sigma, los cuales no son objetos del presente estudio, pero aclara por qué elegir ISO para el caso del estudio de acopio de granos.

- o En primer lugar ISO es un estándar para gestión de calidad, mientras que Six Sigma se basa en un control más estadístico del proceso, centrándose en una disminución de los defectos a un margen ínfimo.
- o La definición de Six Sigma(6 Sigma) Deriva de un control estadístico de producción en cual el margen de error de cada producto fabricado o servicio suministrado abarca la franja de 6 desviaciones estándar en una distribución probabilística.

Para dar un ejemplo con claridad y a la vez introducir el concepto de precisión de instrumentos, muchas mediciones de varios procesos son llevadas a estudios de distribución de

probabilidad aplicando distribución Gaussiana, particularmente si poseen dispersión simétrica respecto de un valor medio establecido y el número de muestras es lo suficientemente grande. También si la distribución no es Gaussiana, de acuerdo al teorema central del límite, cualquier distribución de medias muestrales, tiende a la campana de Gaussiano.

Para entender que se describe por “six sigma” es necesario comprender dos conceptos de la distribución, uno es la esperanza (comúnmente dicho valor medio) se simboliza con la letra  $\mu$ , para el presente caso sería el eje de simetría de la función, es decir valor esperado por naturaleza, ahora bien está el desvío estándar, que indica cuan dispersos serán los valores medidos del esperado  $\mu$ .



**Figura 1. Distribución Gaussiana e interpretación del concepto de Six Sigma. Diseño Ing. Sebastian A, Chiodin  
Gráfico diseñado con  $\mu=0$  y  $\sigma=1$**

Se indica un ejemplo a continuación, sobre un lote de 10.000 piezas, existe una propiedad X, puede ser por ejemplo un diámetro de un cuerpo de revolución, que se desea verificar con un cierto nivel de certeza o confianza definido en función de  $\sigma$ .

Teniendo de este modo, las siguientes alternativas:

- Verificación en  $\pm \sigma$ , se asegura un 68% del lote que cumple con la propiedad, para el ejemplo sería 6.800 unidades cumplen con la propiedad X.
- Verificación en  $\pm 2\sigma$ , se asegura un 95% del lote que cumple con la propiedad, para el ejemplo sería 9.500 unidades cumplen con la propiedad X.

- Verificación en  $\pm 6\sigma$ , se asegura un 99,9997% del lote que cumple con la propiedad, para el ejemplo sería 9999,97 unidades cumplen con la propiedad X, esto equivale a garantizar menos de tres fallas por millón.

Como se puede observar, fundamentalmente el planteo de 6 Sigma se enfoca principalmente sobre aspectos característicos del producto y tiene un enfoque basado en los estudios estadísticos y no analiza al proceso como un todo, involucrando los aspectos inherentes a la administración.

Además la mayoría de las organizaciones, salvo productos particularizados, en producción masiva, con un margen de verificación de  $\pm 2\sigma$  (95%) cuentan con una gran aceptación en el mercado y cumplimentan las expectativas del cliente, además de reducir drásticamente el costo frente a un sistema Six Sigma. Un ejemplo de Utilización de Six Sigma es en industria Aeroespacial, donde las fallas son un factor crítico y los costos por el lanzamiento de los cohetes convierten a una falla en un error irrecuperable.

### **5.1.2.- Descripción de los sistemas de calidad de acuerdo al Marco ISO 9001**

Los estándares o normas ISO, son un conjunto de normativas internacionales sobre Sistemas de Calidad, cabe aclarar que los mismos son de carácter genérico, se encuentran enfocados para ayudar a las organizaciones a operar de un manera eficiente los sistemas de gestión de calidad.

La familia ISO 9000, es la más nombrada y utilizada, dentro de las cuales podemos distinguir las siguientes normativas de la familia, de acuerdo a la figura 2. Tal como lo indica la gráfica, la norma ISO 9000 prepara el contexto, terminología específica, pero no indica normativas a cumplir, esto lo realiza la norma 9001.

La noma ISO 9001 explica lo requisitos que se deben alcanzar por la organización, pero no “el cómo deben lograrse”, ello se deja a criterio de la gerencia de la empresa.

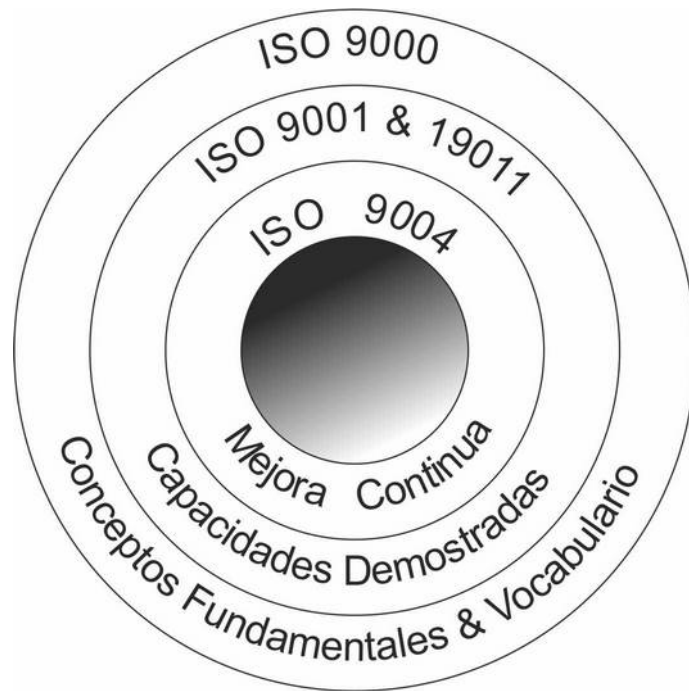


Figura 2. Relación entre las normas de la familia ISO 9000. Diseño Propio, adaptado y traducido de los estándares ISO

### 5.1.2.1.- Vocabulario Utilizado por las normas

Antes de continuar con los requisitos para certificar nuestro sistema de medición, es necesario introducir la nomenclatura utilizada por ISO, es decir, que se entienda por lo vocabularios que expresaremos tales como **cliente, proceso, producto, sistema**.

- **Cliente:** Será considerado como el usuario final del producto.
- **Producto:** Resultado de un Proceso, ya sea modificación de propiedades, fraccionamiento, un plano, conocimiento, etc.
- **Sistema:** El presente término, tiene diferentes acepciones dependiendo de la norma sobre la cual se esté observando.
  - o **De acuerdo a la ISO 9004**, se refiere a toda la organización y a la forma en que opera.
  - o **De acuerdo a la ISO 9001**, es el conjunto de elementos de la organización que sirven para alcanzar los requerimientos del cliente.
  - o **De acuerdo a la ISO 14001**, es el conjunto de elementos de la organización que sirven para alcanzar los requerimientos de sostenibilidad medioambiental.

Resumiendo, se puede afirmar que un sistema es una forma de mirar a la organización del punto de vista en que opera.

- **Proceso:** Se define de acuerdo al estándar como “Un conjunto de actividades interrelacionadas que transforman **entradas** en **salidas**”.
- **Procedimiento:** Prescribe las actividades para ser llevadas a cabo en un proceso. En nuestra terminología proceso está vinculado a las actividades en las que intervienen directamente los miembros de la organización.

### 5.1.2.2.- Desarrollo del Sistema de Gestión de Calidad

Si bien el desarrollo integral de un sistema de Calidad de acuerdo al marco de las normas ISO 9001 no se encuentra comprendido dentro de los alcances del actual trabajo, se ha bosquejado brevemente a modo de reseña para continuar luego centrándose en la calidad en el acopio de grano.

De acuerdo al inciso 4.1 de la norma ISO 9001:2015, para el desarrollo de los sistemas de gestión de calidad, es necesario cumplir una serie de requisitos, con el objetivo en primera instancia de comprender la organización, su misión, visión, objetivos, así como el proceso en sí a certificar.

Los ítems son

- **Determinación de los procesos**
- **Secuencia de interacción de los mismos**
- **Criterios y métodos efectivos para controlar y operar la organización.**
- **Información y disponibilidad de recursos.**
- **Procesos de Gestión.**
- **Implementación del Sistema**
- **Mantenimiento del Sistema.**
- **Mejora Continua**

Lo primero que se plantea en el análisis organizacional, es la estructura, y dimensionamiento. Una estructura típica de organigrama de una planta de acopio de capacidad media (20.000 toneladas a 50.000 toneladas) se detalla en siguiente punto.

### 5.1.2.3.- Organigrama

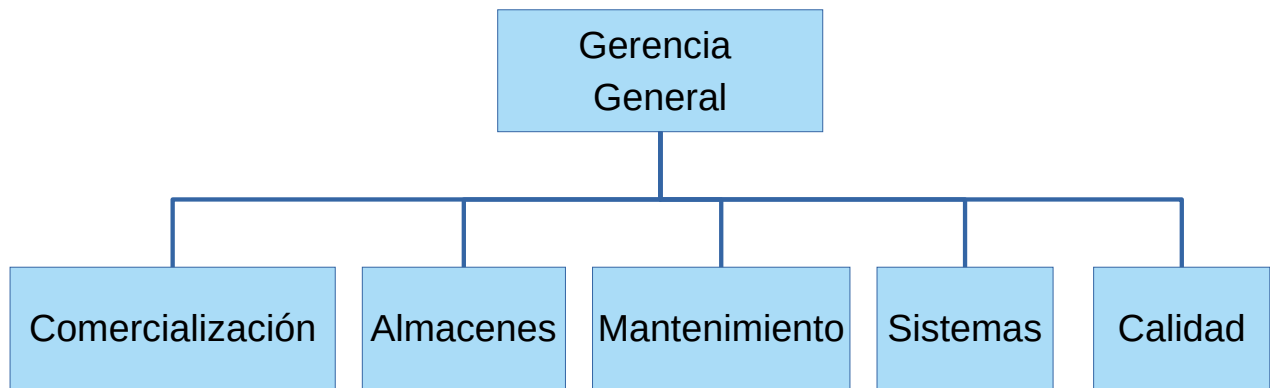


Figura 3. Organigrama de la organización indicando sector de calidad

El organigrama exhibe una estructura de jerarquía predominantemente horizontal, con un sector gerencia ejecutivo superior. Cada uno de los sectores obedece los lineamiento de la gerencia en forma vertical y se encuentra en el mismo nivel de prioridad, un clásico esquema Dupont.

Uno de los requisitos de la normas ISO es la creación de un departamento de calidad, cuyo único propósito sea la mejora continua y análisis de métodos y manuales de procedimientos.

Dado la importancia de los sistemas de información, se ha incluido un departamento de IT(Sistemas), con el fin de resolver problemas en las bases de datos de los sistemas de gestión propios de la planta, junto con una combinación de desarrolladores terciarizados para implementar mejoras. Esto es en el hipotético caso que la planta sea propietaria de su sistema de Gestión de granos, lo cual no es un requisito indispensable, pero si deseable por motivos de alojamiento y confidencialidad de la información

Mantenimiento hace referencia a la previsión y corrección de fallas de diversas índole en la planta, claramente separando la sección mecánica de la eléctrica. Si bien es cierto que hay equipamiento electrónico avanzado en instrumentación, lo mejor es terciarizar dicha sección a fin de concentrarse en el “Núcleo” del Negocio, que en esencia es la comercialización y almacenamiento de Granos.

Gerencia general juega una especie de “Director de Orquesta”, coordinando y armonizando las diferentes áreas entre así, además de trazar los planes estratégicos. Posteriormente los diversos sub-niveles lo transformarán lineamientos Tácticos de operación.

El total de personas en la planta se estima de aproximadamente 10 personas, incluyendo gerencia para una planta de aproximadamente 14.000 toneladas.

#### 5.1.2.4.- Diagrama de Proceso

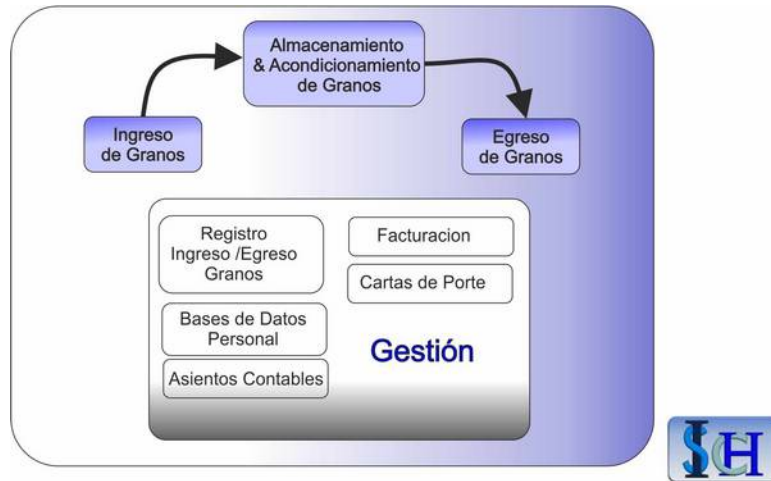


Figura 4. Procesos de una planta de acopio de Granos, Diseño Propiedad de Ingeniera SCH S.R.L

# Esquema de Proceso

## Ingreso de Granos a la planta de Acopio

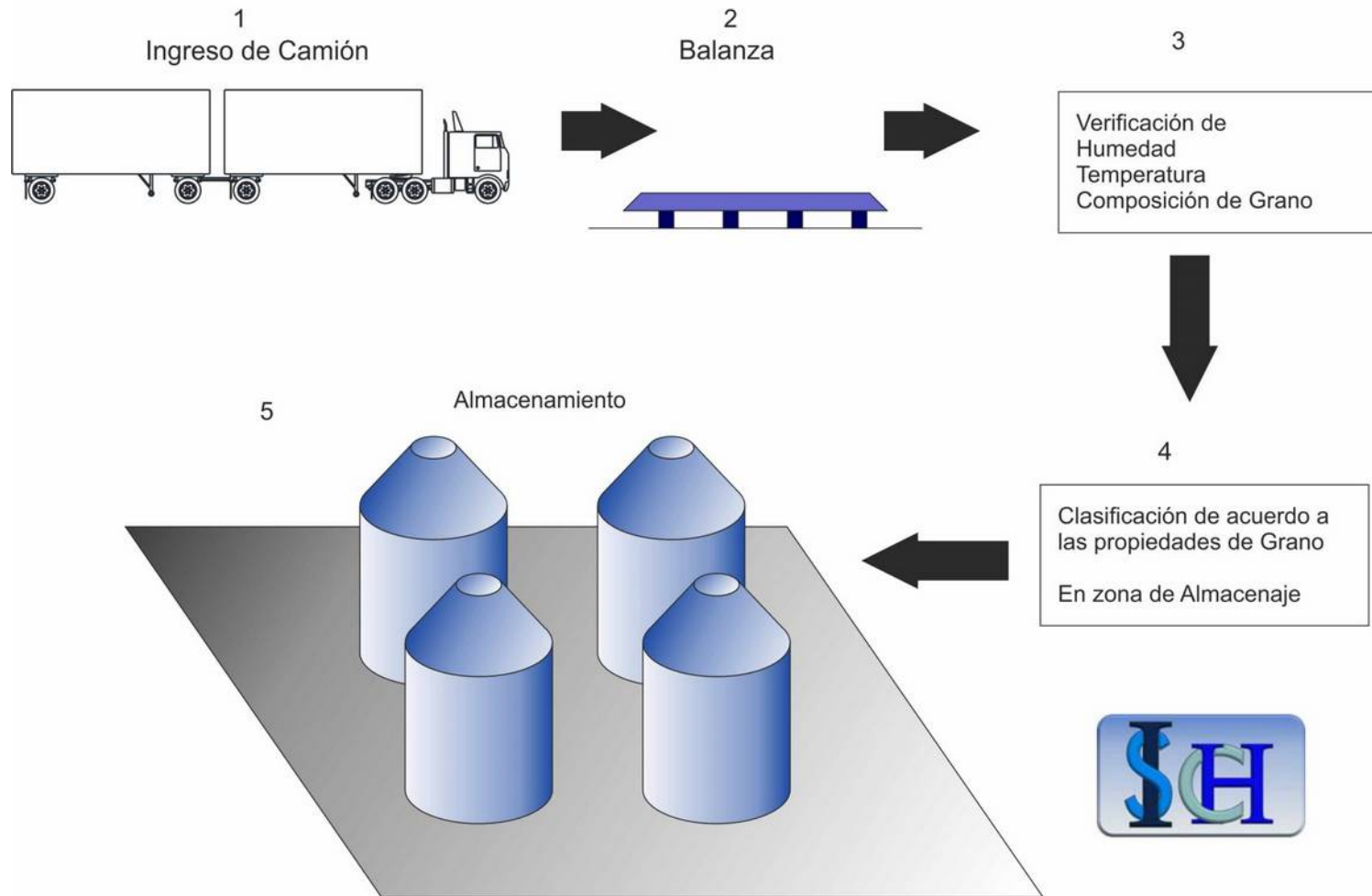


Figura 5. Proceso de Ingreso de Granos a la planta, Diseño Propiedad de Ingeniera SCH S.R.L

# Esquema de Proceso

## Egreso de Granos da la planta de Acopio

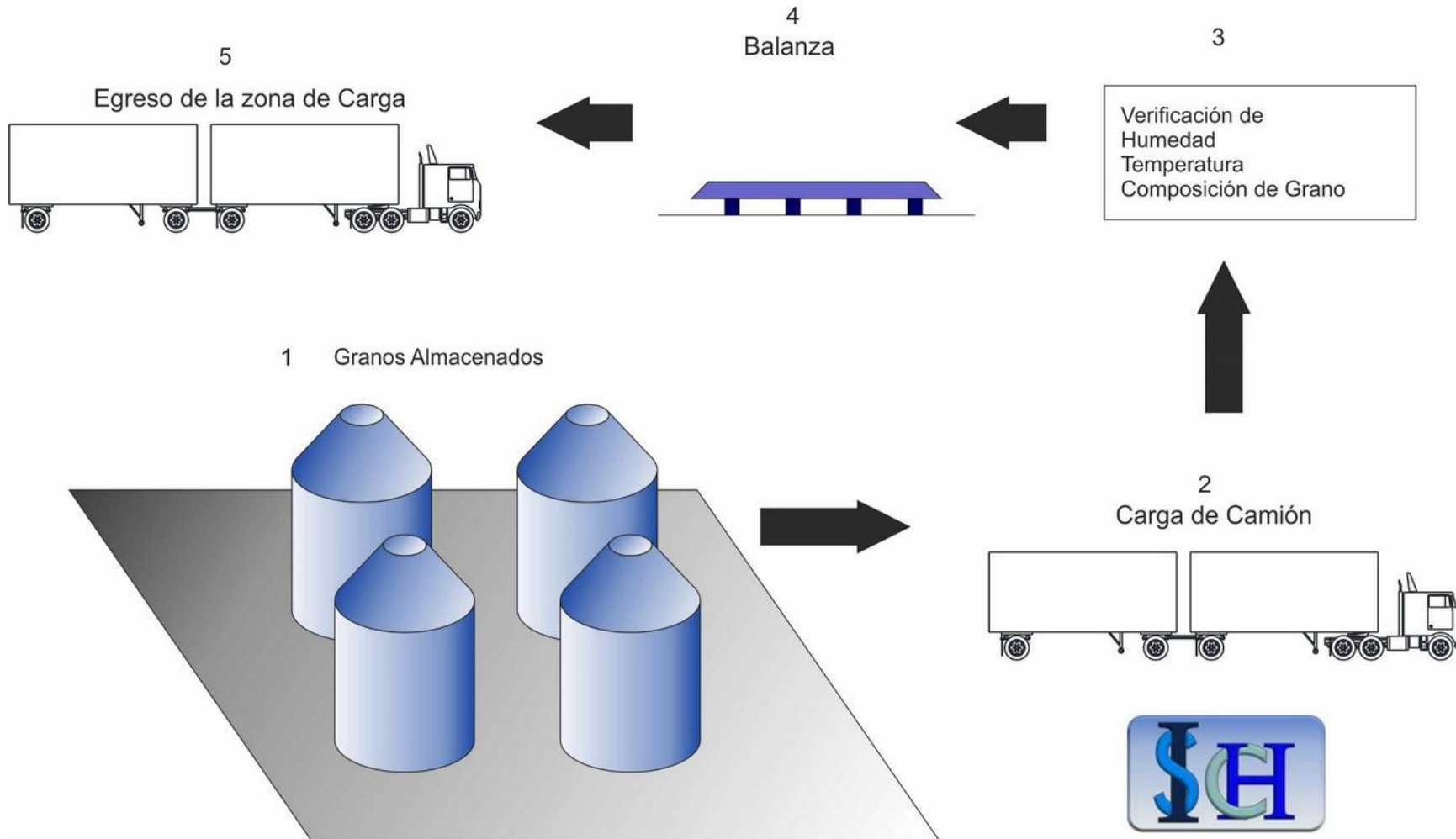


Figura 6. Proceso de Ingreso de Granos a la planta, Diseño Propiedad de Ingeniera SCH S.R.L

### 5.1.2.5.- Requerimientos del sistema de Calidad

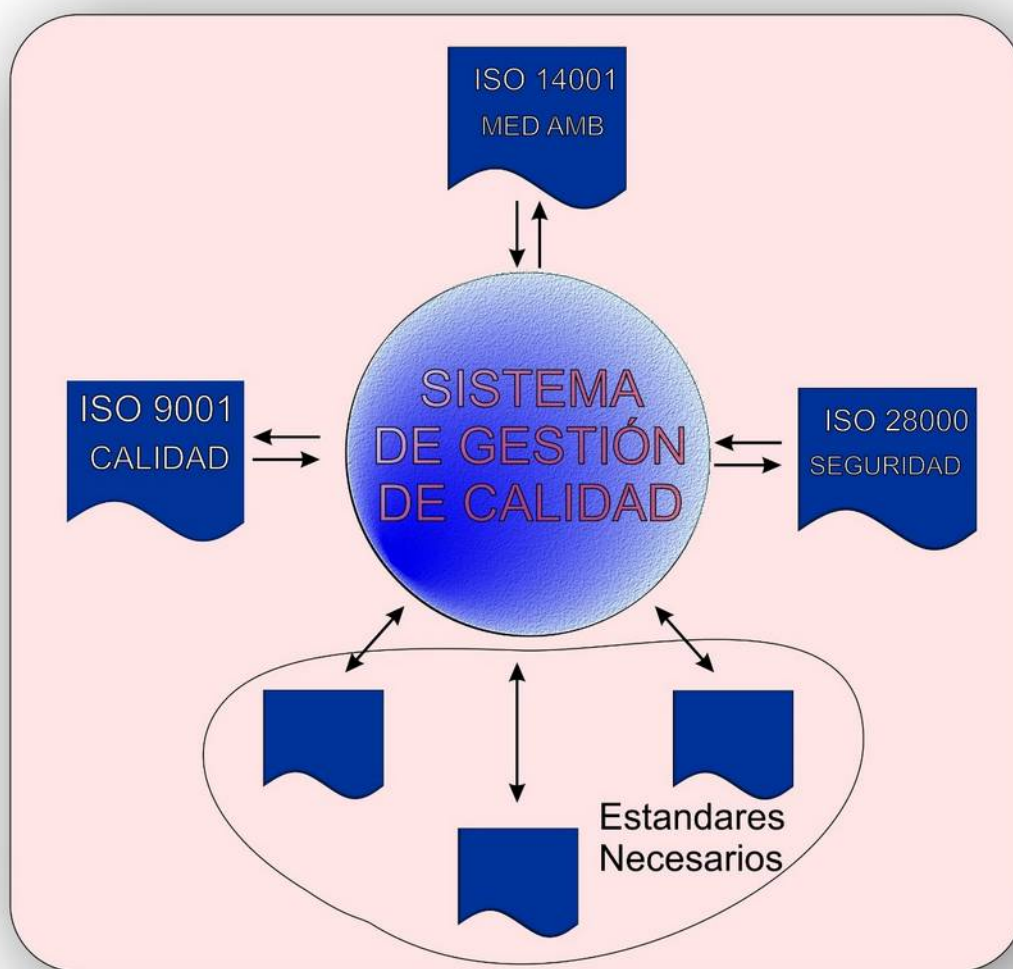
Los ítems necesarios para la documentación, son los siguientes

- Manual de Calidad
- Procedimientos Escritos y diagramas de Flujo
- Instrucciones de Trabajo
- Documentos incluidos en los registros
- **Control de los documentos**
- **Control de los Registros de Procesos**



**Figura 8. Relación entre las normas de la familia ISO 9000. Diseño adaptado y traducido libro de, David Hoyle, ISO 9000 Quality Handbook**

En la Figura 9 se observan las vinculaciones entre las distintas normas, los estándares de Calidad y demás lineamientos para confluir en el “Sistema de Gestión de Calidad de la Planta de Acopio”. Combinando estándares de los equipos de medición que son certificados por los proveedores (Ej Normas IEC Eléctricas), normas ISO 9001 de Calidad, ISO14001 de Medioambiente e ISO 28.000 de Seguridad formarán parte del sistema de Gestión mencionado.



**Figura 9. Vinculación entre el sistema de gestión de calidad y los estándares necesarios. Diseño Propio, basado en la interpretación de las normas ISO 9001 y los requisitos sobre el sistema de calidad**

### 5.1.2.6.- Manual de Calidad

La estructura del manual de calidad debe obedecer los siguientes ítems

- Introducción
- Propósito
- Alcance
- Aplicabilidad
- Definiciones
- Panorama del negocio
  - o Naturaleza de la organización
  - o Grupos de Interés

- o Diagrama contextual, indicando las relaciones entre la empresa y su ambiente externo
- o Visión & Valores
- o Misión
- Organización
  - o Descripción de Funciones
  - o Diagrama de Organización
  - o Ubicaciones con alcance de la actividad
- Proceso de Negocios
  - o Sistema del modelo de negocio, mostrando como se interconectan los procesos y sub-procesos
  - o Indicadores de Eficiencia del sistema
  - o Descripción de la gestión de la Misión
  - o Descripción de la gestión de los Recursos
  - o Descripción de la creación de demanda
  - o Descripción del proceso de satisfacción de la demanda
- Matriz de funciones
- Ubicación de la matriz
- Matriz de conformidad ISO 9001
- ISO 14001 (si corresponde al alcance del proyecto)
- Matrices de requisitos regulatorios

#### **5.1.2.7.- Documentación de Procesos**

Ahora bien se define la arquitectura para almacenar los datos de procesos descritos en los puntos anteriores, a fin de procesarlos y verificar la calidad de los mismos.

Como arquitectura para la planta se propone una base de datos centrada en MySQL, de la firma Oracle, los mismos creadores del lenguaje JAVA. La documentación del proceso se realizó a través de tablas relacionales, se volvieron a listar los procesos a fin de establecer la Base de datos. En otras palabras, se establecieron los cimientos para un sistema de gestión de calidad en forma digital.

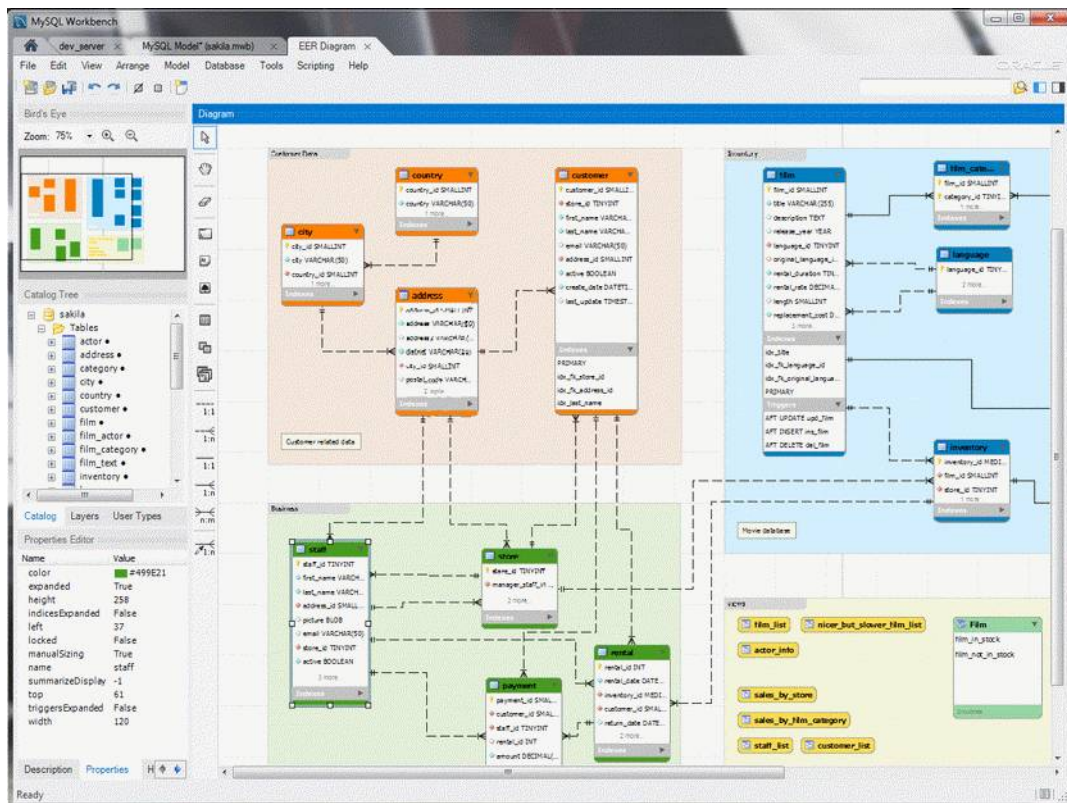


Figura 10. Estructura de una base de datos ejemplo para un sistema de gestión de inventario cuyo repositorio se basa en MySQL

De acuerdo a lo visto, se definen los parámetros que necesitan los sub-sistemas para poder realizar la gestión. Primero están los registros de ingreso de Grano, ellos deben verificar la fecha, tonelaje, calidad de la materia prima y demás datos como cotización de ingreso de la mercadería, estos serían los campos de la tabla en la base de datos

### Parámetros de Ingreso / Egreso de Grano

- Fecha
- Cliente
- Rechazo(Si/No)
- Conformidad de Calidad
  - o Medición Temperatura & Humedad
    - Ubicación 1.
    - Ubicación 1.

- Ubicación 1.
- ....
- Ubicación N.
- Cotización Mercadería Ingreso.
- Toneladas de Ingreso.
- Comisión de Procesamiento
- Forma de entrega
  - A Comisión
  - Venta
  - Re-acondicionamiento
- Forma de Cobro de la cotización
  - En efectivo
  - En grano

### **Estructura del Registro de Gestión de Personal**

El sistema de Gestión de personal, como módulo posee los componentes necesarios para identificar cada empleado, así como sus horarios de ingreso & Egreso, paralelamente procesa las liquidaciones de los empleados. A figura 11 exhibe el detalle de la base de datos en esquema Gráfico, el motor es MySQL.

### **Almacenamiento de datos de los Silos / Celdas**

Los datos son Almacenados en la Base de datos MYSQL mediante la siguiente secuencia:

- El equipo mide la temperatura del silo a través de un sensor o conjunto de sensores.
- La señal se procesa en un conmutador ubicado en el silo es decir se leen de a un canal a la vez secuencialmente, cabe aclarar que hay aproximadamente 200 sensores por silo (de 2.500 toneladas).
- El conmutador transmite los datos en forma inalámbrica a la central de control.
- La central de control, envía los datos, en la forma de un puente hacia el servidor (la computadora que posee la base de datos).

- Desde el servidor, los datos se pueden acceder en forma remota o local, vía aplicaciones desarrolladas en C # y aplicativos Web, estos últimos combinan PHP, HTML y JAVA, el servidor de PHP es APACHE, posteriormente en el inciso 5.1.5.1 se describe mas en detalle la arquitectura de acuerdo a los nuevos estándares en desarrollo de aplicaciones.

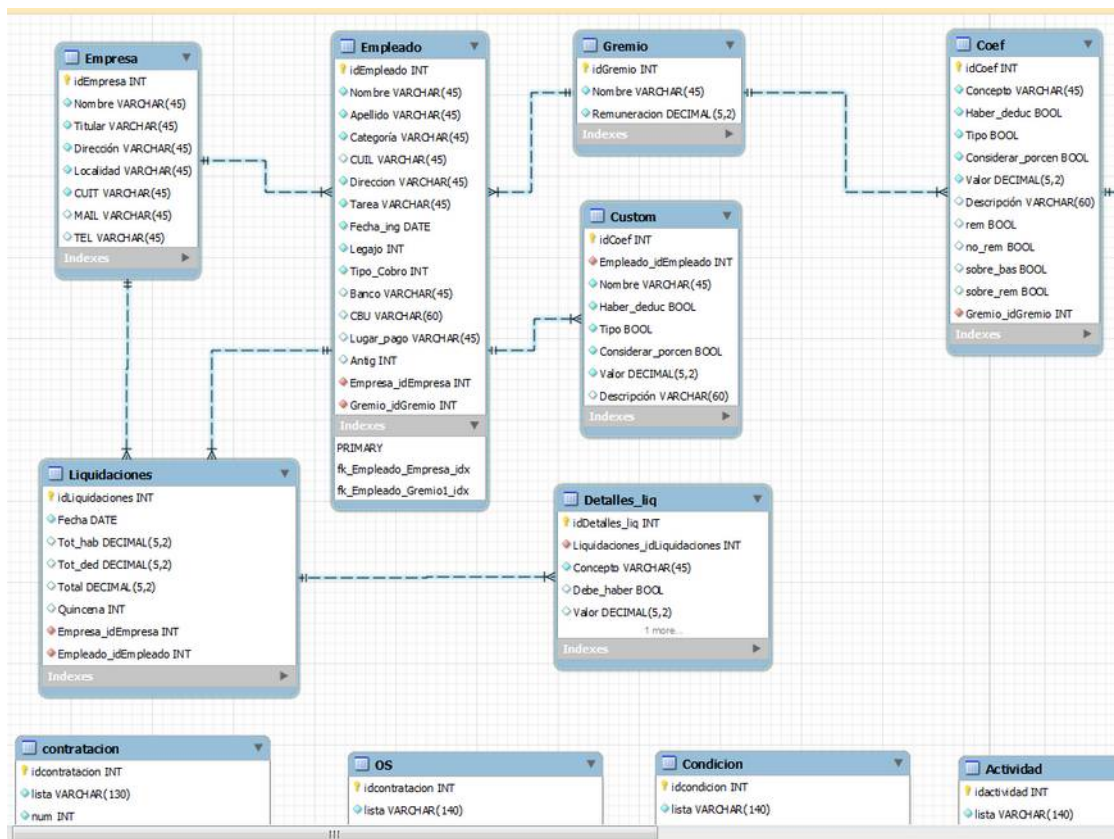


Figura 11. Estructura de una base de datos para gestión del personal y liquidaciones

### 5.1.3.- Críticas a ISO 9001

Un aspecto a exhibir es la falta de críticas reales a las ISO, tanto en la mayoría de los servicios de búsqueda de Internet como en conversaciones con profesionales, solo se escuchan alabanzas en muchos casos y pocas críticas en otros. Por tal motivo es considerado oportuno contraponer esta visión que solamente observa las bonanzas de las normas ISO, contra una perspectiva más real.

Luego de indagar sobre las posibles críticas que pueden existir a las normas ISO, se ha encontrado un contenido interesante en el artículo “Pursuit of Quality, Case Against ISO” Lo cual traducido al Español es “Búsqueda de calidad, un caso contra las normas ISO”.

El autor del artículo, Seddon, argumenta inicialmente partiendo con una descripción histórica del surgimiento de la norma como base la Británica BS5750 en 1987. De acuerdo a su criterio, actualmente ocurre una sobre-burocratización de los procesos de gestión de calidad. Asimismo, ha visto como una especie de “imposición de mercado” primero desde entes gubernamentales y posteriormente a los siguientes en orden jerárquico, es decir grandes grupos de empresas. Este esquema coercitivo, de acuerdo a Seddon, fuerza en cierta manera una especie de estándar “De Facto” para sistemas de calidad y excluye proveedores que no los cumplen.

Continuando la línea de razonamiento de la bibliografía, se exponen diez argumentos en su artículo, entre ellos se encuentran los siguientes más destacados:

- Las normas ISO en cierta manera fuerzan a las empresas a actuar en formas que no necesariamente son tan beneficiosas para el cliente.
- Calidad por Inspección no es Calidad de acuerdo a Seddon.
- Las Normas ISO se basan en la presunción que el trabajo se realiza mejor a través de una minuciosa especificación de tareas, se puede aplicar bien a un proceso rutinario de una automotriz y muy mal a un equipo de desarrollo de Software.
- La aplicación de un Estándar Único, puede generar suboptimización de tareas.
- El estándar se basa mucho en la interpretación subjetiva de la calidad, particularmente en los auditores, es decir los desvíos o tendencias de los de los auditores de acuerdo a sus especializaciones. Para clarificar este punto, se cita un ejemplo: Un Ingeniero en automatización que haya certificado auditoría en ISO puede ser muy tendencioso a registrar solamente los proceso de medición y control y no otros aspectos de la calidad del proceso.
- No se enseña a “Pensar Fuera de la caja a los Gerentes”, algo válido para rubros de segunda revolución industrial pero no así en áreas desarrollos tecnológicos avanzados.

Dejando aparte a Seddon, a continuación se expondrán ciertos puntos de vista del autor del trabajo Final. Al comienzo de su carrera profesional, el autor era muy entusiasta con la aplicación de estas normas a controles de procesos de una organización, luego de haber visto muchas implementaciones en industria químicas y en empresas siderúrgicas que exigen además de sus proveedores cumplimiento de estándares ISO, llega a la conclusión que forman parte de barreras de ingreso a mercados y/o elementos coercitivos de parte de proveedores a Clientes, en

relaciones asimétricas. Asimismo, se nota con cierto disgusto moral el hecho que en mucho de los casos el ente certificador sea el mismo que finalmente realiza la certificación.

En un tercer punto, el autor coincide más con el Enfoque de Seddon que con el Enfoque de David Hoyle, destacando que cargan de una gran burocracia a la organización y se pierde el foco de lo principal, es decir de cuidar la calidad de producto / proceso.

Para resumir este punto y habiendo expuesto un par de críticas al sistema ISO o más bien dicho, a su implementación, el autor considera que lo que por un decir “Ensucia” a las normas en cuestión en su objetivo de la búsqueda de la calidad, es una mala implementación o corrimiento del foco del eje del negocio. Asimismo un excesivo ambiente de consultoría relacionado al proceso, puede redundar en excelentes beneficios a los consultores pero no necesariamente al sistema de calidad en sí.

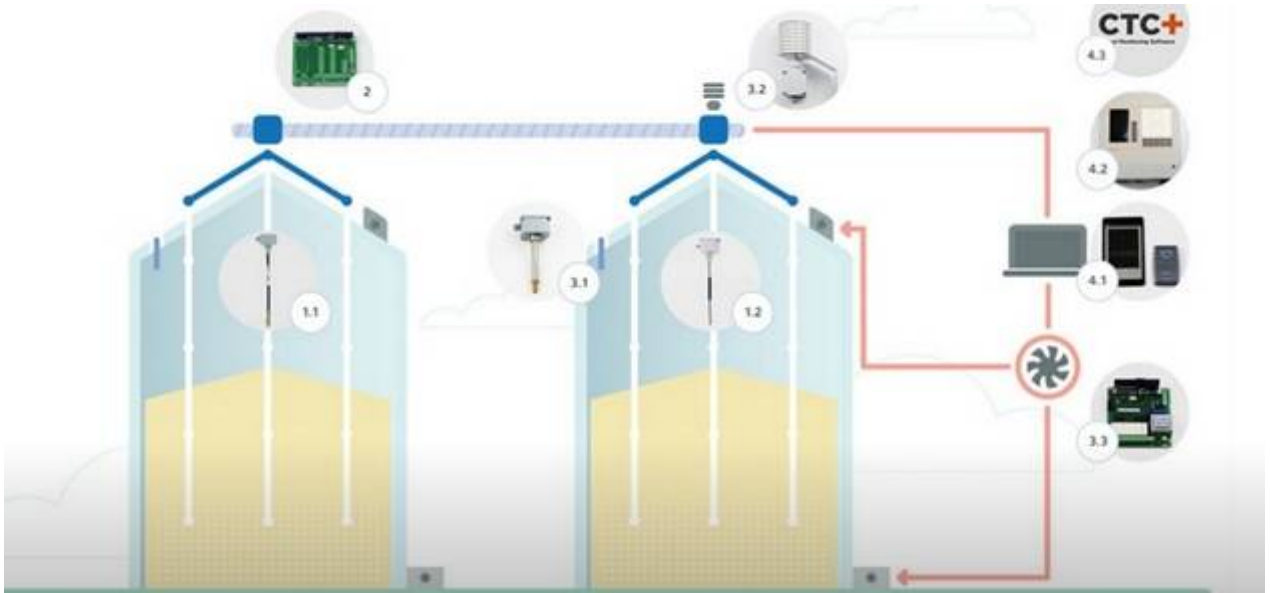
## **5.1.4.- Descripción métodos de medición y calidad en el acopio de granos**

### **5.1.4 .1.- Medición vertical de temperatura**

En la figura 12 se puede observar un sistemas de sondas verticales, las ofrecidas por la empresa Avantech LLC. Estas sondas son de tipo rígidas, se componen de una interconexión de caños roscados con electrónica especializada dentro. En su profesión, el autor del trabajo utilizado sondas similares pero flexibles, como se puede ver en la figura 13. Un fabricante en la región de dichas sondas es la empresa Héctor Vidal, ubicada en Venado Tuerto, provincia de Santa Fe.

El cable Australiano, o sonda flexible se compone de una termocupla tipo T “Cobre-Costantan” Que maneja un rango de -200 a +200 grados Celsius, lo que la hace optima para este tipo de aplicaciones (0 a 40 ° aprox). Es una combinación de termocupla tipo T, que tienen en común un filamento de costantán, el voltaje producido por la termocupla se puede aproximar a una ecuación directamente proporcional a la diferencia entre la junta fría y la junta caliente.

**Nota:** En este punto el lector este preguntándose, ¿Qué es costantán?, aquí esta la respuesta, es una aleación de Cobre (55%) y Níquel (45%).



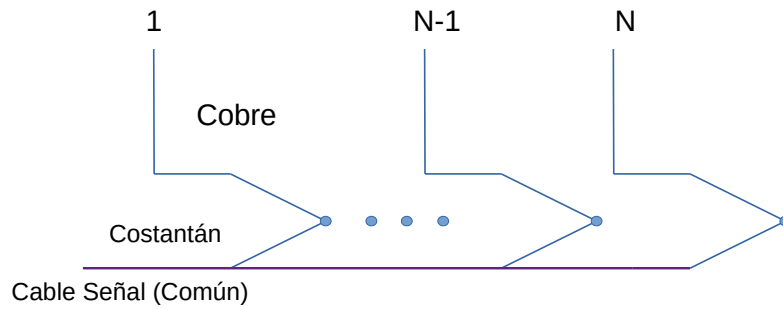
**Figura 12. Sistema de Termometría Cortesía de Avantech LLC**



**Figura 13. Sonda de Termocupla, producida en argentina**

Un silo de 1000 toneladas tiene tres de estas sondas de diez metros de largo cada una. Mientras que uno de 5000 ton tiene al menos 10 sondas de 20 mts. aproximadamente cada una. Ello equivale a aproximadamente 200 puntos de medición para un silo de 5.000 ton y 15 puntos de medición para otro de 1000 ton.

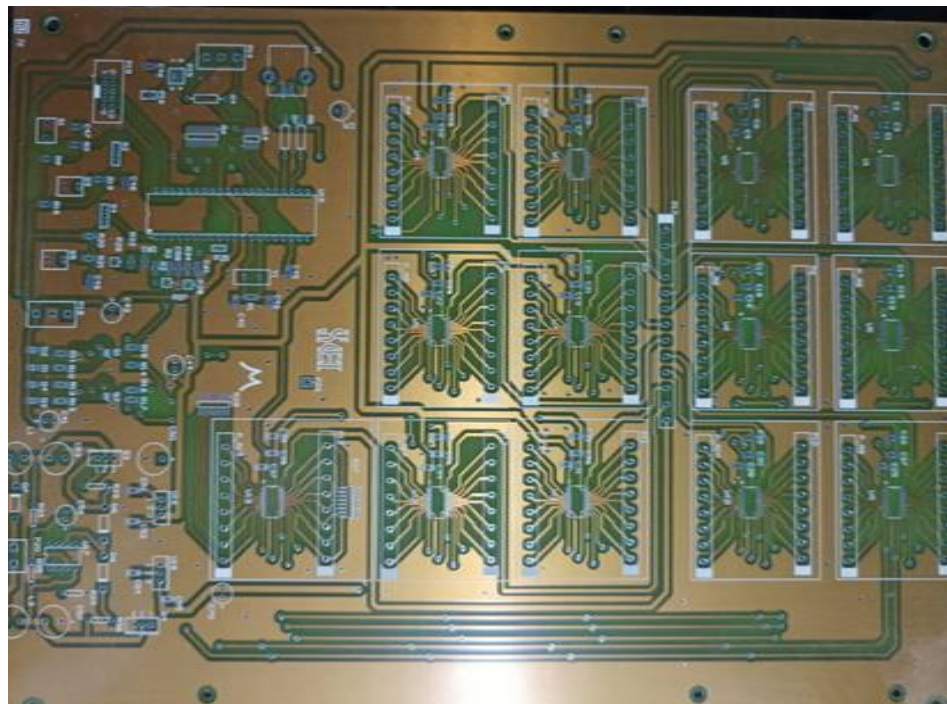
### **Esquema de una sonda tipo "Australiana"**



Ing. Sebastián A Chiodin 2022

**Figura 14. Imagen de una sonda tipo Australiana**

Ahora bien el proceso de medición se realiza de la siguiente manera, en cada silo de 5000 toneladas hay un equipo dedicado, mientras que cada grupo de 4 silos de 1.000 ton se agrupa otro equipo. La operación es de forma matricial, mediante sistemas de conmutación analógicos, se puede seleccionar cada uno de los canales y el conductor común de constatan. Esto que se describe, roza el limite de información confidencial sobre equipos de sensores producido por la firma del autor, sobre el cual se adjunta una imagen para que el lector tenga de referencia sobre el diseño del circuito electrónico que compone la placa.



**Figura 15. Sistema conmutador de sondas(PCB sin ensamblaje), posee un tope para doce sondas de 16 canales cada una, es decir puede medir el equivalente a 192 puntos de temperatura en tiempo real. Fuente Ingeniería SCH SRL, diseño año**

2012

### 5.1.4.2.- Medición de Humedad por sensor capacitivo

Los medidores de humedad capacitivos funcionan sobre el principio de la ecuación de un capacitor de placas planas

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r K \frac{A}{D}$$

Donde

- $\epsilon_0$ : es la permeabilidad Eléctrica del Vacío,  $8,8541878176 \times 10^{-12}$  F/m.
- $\epsilon_r$ : Permeabilidad Relativa
- K: constante Geométrica
- A: área de placas
- D: Separación de placas



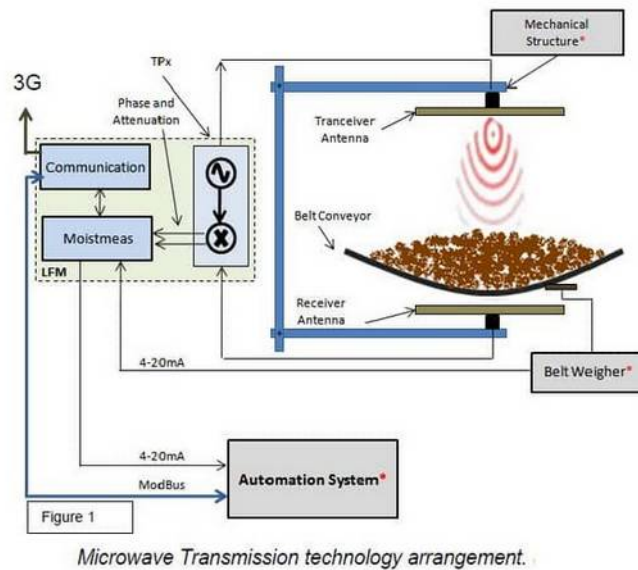
**Figura 16. Medidor de Humedad por métodos Capacitivos y electromagnéticos, Fuente IMKO Micromodultechnik GmbH**

Aquí lo que varía es la permeabilidad relativa que depende del material, en este caso el grano se puede simplificar como una combinación de Agua y Carbono. Aplicando promedio ponderado a las permeabilidades eléctricas, en caso de haber más agua, el valor de  $\epsilon_r$  tenderá más al del agua y viceversa respecto del carbono.

### 5.1.4.3.- Medición de Humedad por microondas

Sin entrar en detalles técnicos, el medidor de microondas, utiliza el mismo principio de dependencia con la permisividad eléctrica del grano, solo que ahora en vez de calcular capacidad, se envía un pulso de microondas y se miden las relaciones de intensidad entre

magnitudes recibidas y enviadas. El Cociente entre intensidades es una función de la permisividad relativa del grano, para este caso se emplean señales de 10 Ghz de Microondas.



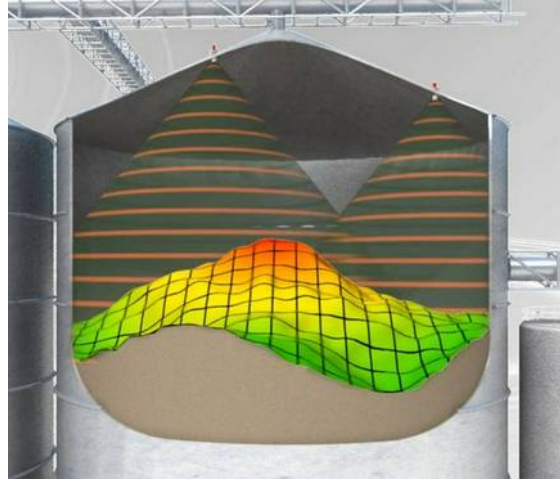
**Figura 17. Esquema de funcionamiento de sistema de medición en cinta transportadora, cortesía de ThermoFisher Scientific**

#### 5.1.4.4.- Sistema de Cubicaje Automático

Estos sistemas al comienzo del cursado de la Maestría de Administración no tenían mucha implementación, pero luego de haberse masificado y reducido los costos de los microprocesadores especializados en procesamiento numérico de señales, también llamados DSP (Digital Signal Processing), se ha permitido la implementación de equipamiento que opera mediante señales acústicas para calcular cubicaje automático.

Si bien esta idea no es nueva (Desde 1950 hay sensores ultrasonidos de nivel), el mapeo en tiempo real permite no solo estimar un nivel como magnitud unidimensional, sino una superficie exacta del llenado del silo, por lo cual es más preciso el cálculo de capacidad actual utilizada.

Tampoco es el objetivo de la maestría describir a fondo el funcionamiento de estos dispositivos, pero podemos resumir que se compone de tres transmisores y sensores simultáneos de señal, que operan en forma alternada, cuando uno transmite, los otros dos escuchan, de este modo, al estar separados entre sí, se recibe señal con una diferencia de fase de acuerdo al ángulo. El fenómeno es inverso a las rejillas de difracción, solo que en vez de luz, son ondas acústicas.



**Figura 18. Sistema de Cubicaje Automático Cortesía de BinMaster LLC.**

#### **5.1.4.5.- Control de Aireación**



**Figura 19. Cortesía de Trafer S.A.**

Los Controles de Aireación se componen de Motores de 20 HP trifásicos de Inducción los actuales actúan sobre un eje con aspas de igual manera que un ventilador inyectando aire frío debajo del silo, asimismo para aumentar el flujo de Aire, se pueden colocar sistemas de aireación forzada en la Parte superior para extraer el aire Caliente, de este modo se logra una optima circulación de aire fresco desde la parte inferior a la parte Superior.

Si bien tecnológicamente no han presentado una gran evolución en los últimos 50 años, no así los circuitos encargados del control, pudiéndose destacar dos grandes tecnológicas para la implementación, por citar un ejemplo los arrancadores suaves, permiten un arranque sin transitorios de línea, lo cual mejora el rendimiento de la planta, aumentando la vida útil del motor además de ofrecer cierto nivel de protección eléctrica frente a sobre corrientes.

Asimismo con la adición de equipamiento electrónico como variadores de velocidad se puede controlar la velocidad de motor y por ende el flujo de aire, esto otorga aun más eficiencia energética en la planta de silos y un mayor control sobre los parámetros de temperatura y humedad.

#### 5.1.4.6.- Proceso de Secado

Continuando con el esquema expuesto anteriormente, se describe el proceso de Secado de Grano. Se aclara que la planta “Prototipo” que se plantea en el trabajo final, no se encuentra alcanzada por esta estructura, sin embargo, es necesario describirlo porque en caso de un evento de exceso de humedad en granos, es necesario recurrir a este proceso aunque sea de manera terciarizada.

Mediante un sistema de elevación, ya sea por Noria o tornillo sin fin, se eleva el grano desde el deposito hasta la parte superior.

En la base y los niveles intermedios, existe un un sistema de quemadores a gas en la mayoría de los casos, si bien es necesario mencionar que existen modelos híbridos que también emplean combustible liquido, Gas Oil, bio Combustibles o Kerosene. También se pueden establecer zonas de temperatura específica en función de la altura para que el gradiente térmico no sea tan elevado, a fin de proteger al grano.

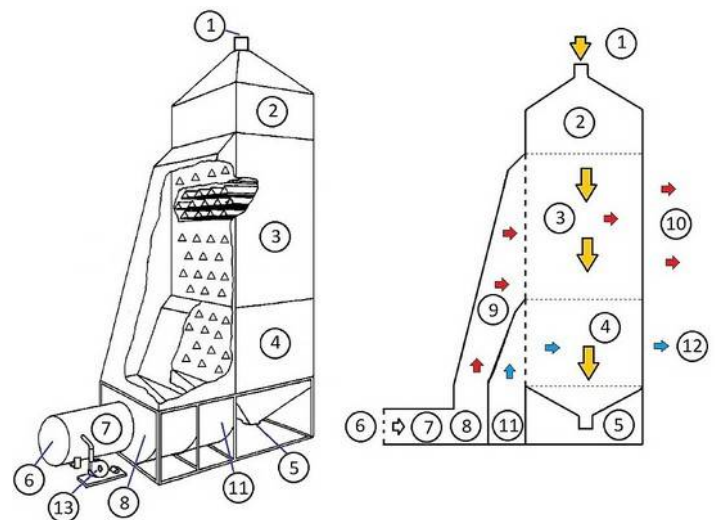


Figura 20. Izquierda, Secadora dentro de una planta de silo, Cortesía de Cedar, derecha Esquema de funcionamiento, fuente Wikipedia.

## 5.1.5.- Guía para el diseño de un sistema de medición y control de parámetros de calidad grano de una planta de Acopio

Un aspecto que ha cambiando mucho es el acceso a los repositorios de los ERP(Enterprise Resource Planning), previamente el acceso era a una interfaz de escritorio que se enlazaba a la base de datos remota y podía recibir información en tiempo real.

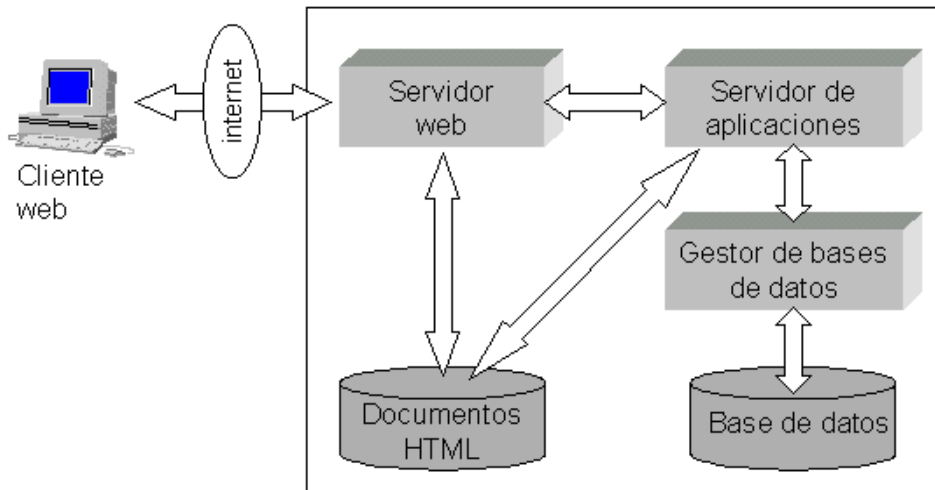


Figura 21. Acceso a la Base datos vía Web. Fuente Wikipedia.

Para el acceso de los usuarios se proveerá 3 niveles de Usuario

- Administrador – Accede a registro de temperatura, granos y personal
- Operador de planta – registro de Temperaturas de los silos
- Operador de oficina – registro de Ingreso y egreso de datos

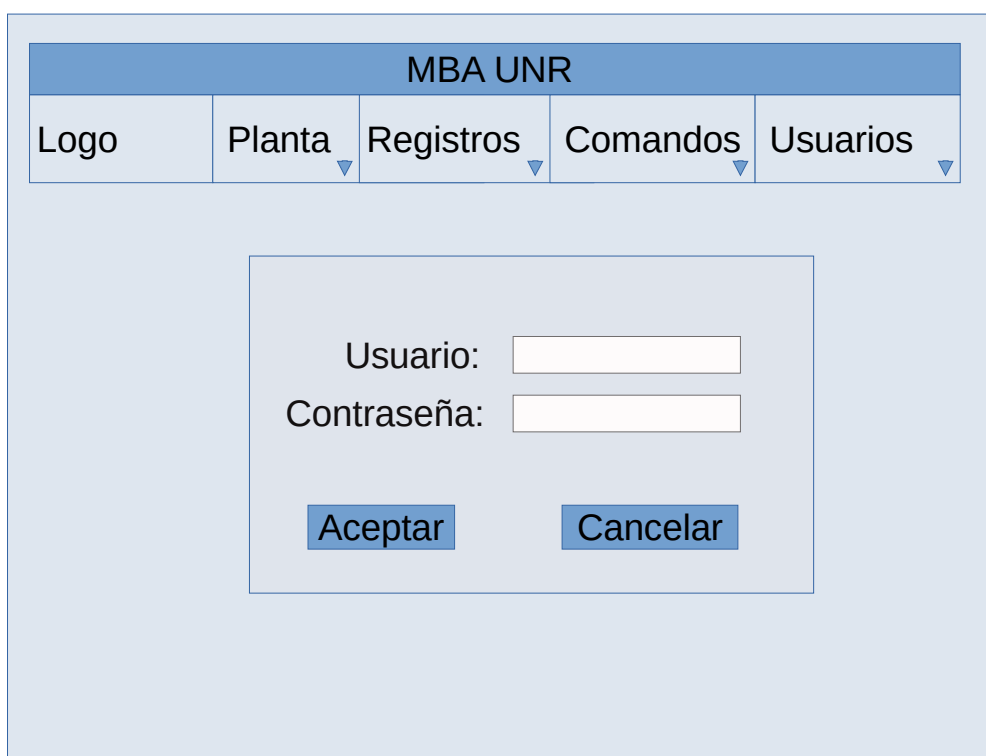
### 5.1.5.1.- Descripción de Sistema de Front End

Sin entrar en gran cantidad de detalle, es un trabajo de MBA, no de Licenciatura en sistemas, es necesario aclarar que la empresa del autor se dedica, en uno de sus rubros a diseñar sistemas customizados para equipos de telemetría. En las interfaces de Control, se utiliza React para las pantallas, por lo tanto, lo que se describe, no es meramente un estudio académico, sino desde una perspectiva de conocimiento aplicado.

React es un “Framework” de JavaScript, lo cual lleva a plantear, que es JavaScript(Totalmente distinto con el lenguaje de Programación JAVA). Javascript es el idioma que “Entiende un Navegador WEB”. Por otro lado se define el concepto de “Framework”, esto es un librería abierta (No compilada u optimizada) que se optimiza junto con la aplicación cuando se

prepara despliegue final el sistema. Una Importante aclaración sobre JavaScript en los navegadores Web, es que estos últimos, no leen código binario de JavaScript, sino más bien una versión optimizada y prácticamente ilegible para el ser humano, por eso se dice que es un lenguaje de compilación dinámica. Por ende es el navegador que se encarga de interpretar el código HTML y JavaScript y transformarlo en Menús, Barras, Diálogos, etc.

Cada vez que el lector accede a una pagina web, lo que su computadora recibe es código en HTML y JavaScript, que lo ejecuta el Navegador y permite la visualización de Información e Interacción con los Servidores. Dicho de Este modo, con React se construye una interfase, cuya Lógica funcional, salvo procesar datos que se ingresan y exhibir lo que muestra el servidor (con algún adición de encabezados) es nula.



**Figura 21. Bosquejo de FrontEnd**

Se adjunta un Bosquejo, realizado en la plataforma Opensource Draw, esta es la base de diseño que se asigna al programador Front End para que realice su trabajo

No se profundizará mas sobre la construcción de la interfase de usuario, ya que no es el objeto del presente trabajo, sin embargo, a modo de guía a los interesados, se recomienda continuar con la siguiente planificación a la hora de diseñar.

- Establecimiento de interfaz de comunicación con las API(Ver próximo tópico)
- Desarrollo de Seguridad de Conexión, utilización de Certificados SSL para encriptado

- Implementación de un Header a la comunicación con la API para habilitar JWT (Json Web Token).
- Interfaces de Mapas o Renderizados Web, que muestren la temperatura en las sondas de medición o humedad en los puntos específicos

### 5.1.5.2.-BackEnd

**“Solo con el corazón se puede ver bien. Lo esencial es invisible a los ojos”**

Antoine de Saint-Exupéry

Una apropiada frase para describir el valor y la importancia de un Backend del libro “El Principito” de Antoine de Saint-Exupéry. Es básicamente la columna vertebral sobre la que se apoya cualquier proceso de gestión moderno, desde comprar un libro en Amazon hasta sistemas de telemetría y telegestión.

Aquí nuevamente, dado el público al que se encuentra orientado la presente producción, se describe qué se entiende por el concepto de BackEnd, qué lenguajes se suelen utilizar, además de detallar un ejemplo para el sistema de calidad en el acopio de Granos.

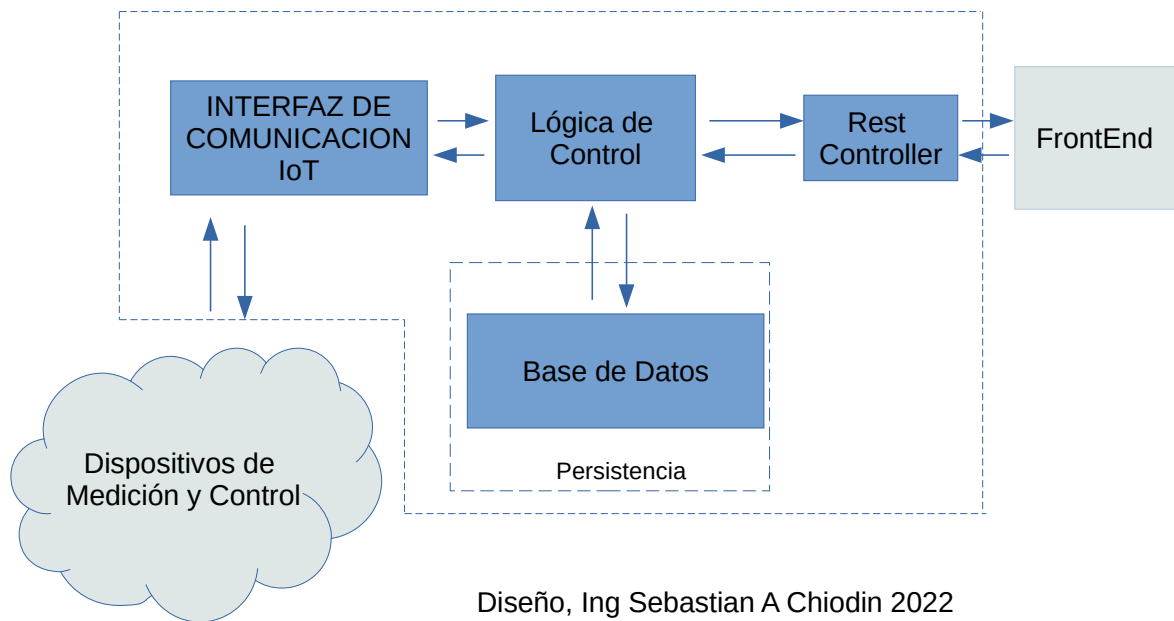
Un BackEnd es un programa (más bien proceso) que se ejecuta en un servidor, su función es recibir pedidos desde la interfaz de operador en tiempo real, realizar la consulta y modificación a base de datos, así como procesar información y datos provenientes de sensores y demás dispositivos de campo. La última parte de la definición se focaliza en un BackEnd de Internet de las cosas(IoT), es decir dispositivos que envían datos sobre un proceso para su control y registro.

En la Figura 22, se puede observar los siguientes componentes. En primer lugar Rest Controller es el puente de comunicación con el FrontEnd y eventualmente el usuario, lo que ejecuta es un servidor de paquetes HTTP, del tipo GET y POST, que son enviados por el cliente.

Se menciona brevemente un concepto importante, el de “Controlador Rest” empleado hoy día en los sitios modernos para comunicar el Backend con las pantallas de operador.

En lo referido a la base de datos, lo que se elegirá, será POSTGRESQL, a diferencia de los enfoques iniciales de MySQL, principales motivos, son dos. Por un lado es OpenSource y no requiere Royalties ni ningún tipo de Canon y no hay limitaciones por el tamaño de la base de datos y en segundo posee una gran performance comparada con otras bases de Datos.

## Esquema de Composición de un BackEnd



**Figura 22. Arquitectura de un BackEnd**

Interfaz de comunicación IoT es el puente con los sensores de medición, Por lo general se incorporan Protocolos como MQTT o Enlaces directos Vía Sockets TCP/IP. Cabe destacar que entre ambas metodologías hoy día es mas preferible utilizar un sistema con MQTT, permite también integración a otros servidores de Internet de las cosas que escriben a través de dicho mecanismo.

Por último, tenemos la lógica de control, la cual es la encargada de coordinar las diversas partes de los elementos que constituyen el BackEnd.

Sobre los lenguajes en los que se encuentran escritos los Backend, pueden ser separados en tres, dentro de los principales existen Node.js, Java, Python y C#. Cada uno tiene sus ventajas y desventajas, se menciona a continuación el motivo de elección de Java, con la plataforma (Framework) Spring por varias razones.

- **Seguridad:** Es el Backend de excelencia en muchos sistemas de acceso a datos con altas medidas de seguridad, incluyendo bancarios. Se define como el “COBOL” del siglo XXI en los ámbitos de IT.
- **Rendimiento:** Presenta mas rendimiento que C# y Node, mucho mayor aún que utilizar Python. Este último puede ser muy amigable para publicaciones académicas(véase análisis FODA en el presente trabajo), pero en implementación y manejo de recursos posee baja performance. Java cuenta con el adicional de presentar características de procesamiento

paralelo, que permiten manejar muy bien grandes caudales de información (no por nada lo usa Netflix de BackEnd).

- **Independencia del Sistema Operativo:** Java puede correr en cualquier sistema Operativo, debido a que opera como una maquina virtual de gran rendimiento que corre usando recursos nativos del sistema operativo.
- **OpenSource:** Java, tiene implementaciones de OpenJDK, de código abierto, por lo cual no hay Royalties ni pagos de licencia. Es cierto que también tiene implementaciones de Oracle, las cuales corren bajo licencia. Como criterio personal además, el autor se orienta más a soluciones OpenSource.

### **5.1.6.- Visita a una Planta de Acopio de AFA, entrevistas con los acopiadores**

Se ha decidido como parte del trabajo, recorrer las instalaciones de AFA. Si bien, son de una escala mayor a la mencionada previamente, se pueden extrapolar conclusiones sobre los sistemas de calidad e Acopio en Granos.

La planta ubicada en Godoy, por la ruta 90, km 18, es un cercano punto para comenzar la investigación. El día 8 de septiembre de 2022, se ha realizado la entrevista en la planta, de la cual se agradece al Sr. Cristian Di Paolo y al Sr. Fabian Supanovich, que han atendido y han podido evacuar las consultas respectivas, además de la buena predisposición de toda la planta de AFA.

Se plantearon las siguientes preguntas a la planta con sus respectivas respuestas

1) ¿Cuál es su capacidad de Almacenamiento en Ton?

R. 34.000 Ton

2) ¿Qué tipo de sistema de calidad en el acopio de granos Utiliza?

R. Sistema de Calidad, implementación de mediciones de termometría parcialmente implementada en la planta, aproximadamente 30 % de la planta.

3) ¿ Cuáles son los estándares de humedad y temperatura que consideran óptimos en un silo, para los siguientes tipos de grano, soja, maíz y sorgo?

R.

- Soja 13%
- Maíz 14%
- Sorgo 15,5%

Respecto de la temperatura, el punto que no garantiza la no aparición de gérmenes es 12°C, eso se logra con un equipo de refrigeración. En un nivel óptimo con que se ubique debajo de 18°C estaría sin conveniente el grano.

4) Respecto de los seguros de acopio, ¿Cómo se maneja la empresa, contrato marco de AFA o Local?

R. AFA Rueda Tiene aseguradas las instalaciones, respecto de seguros de Granos, los detalles constituyen un criterio de confidencialidad que maneja la casa central en Bs. As. Con la Aseguradora.

5) ¿Qué mejora adicional considera desde una perspectiva tecnológica se podría implementar en la planta?

R. Sistema de Mapeo 3D, junto con lazo de control de aireación a partir de la medición de termocuplas en los silos.

6) En caso Afirmativo del punto anterior, ¿Tienen un horizonte de tiempo especificado para la implementación?

R. 6 meses desde la presente fecha aproximadamente para la puesta en marcha.

7) ¿Qué tasa de rotación de grano cuenta la planta?

R. Se tienen que distinguir dos tipos de acopio, commodities, entiéndase Soja, trigo, maíz y los Especiales, arvejas, porotos, etc. Los commodities rotan cada cosecha, es decir dos veces al año promedio. Respecto de los especiales, la rotación es variable por demanda, pero como mínimo 5 veces al año, el porcentaje de acopio de especial en la planta es de un 20% aproximadamente, mientras que 80% son commodities,

8) ¿Podría mencionar un evento de pérdida de grano en los últimos años o meses ? En Caso Afirmativo, ¿Cuanto grano estima se perdió?

R. Ha pasado hace varios años, en celdas que no tenían implementado sistema de ventilación Inferior, por lo tanto se generaron puntos de calor en el centro de la misma, no hubo una cuantificación definitiva, sin embargo fue de aspecto considerable (mayor a 100 toneladas).

9) ¿Aplican algún sistema de certificación ISO 9001, en la planta en sí o sobre el acopio de grano?

R. Se encuentra planificado la implementación a nivel AFA Nacional. Sin embargo por motivos de confidencialidad no se puede brindar información al respecto ni el actual estado de la consultoría sobre ese proceso.

10) ¿Cuánto se calcula la merma de grano en condiciones normales ?

R. Como óptimo 3% al año solamente por pérdida de peso específico (Evaporación de Agua), si se considerasen eventuales siniestros, puede subir dependiendo tiempos de almacenaje y factores de clima (temperatura y humedad ambientes).

En líneas generales ha sido muy productiva la entrevista con el Sr. Di Paolo, además de haber puesto al autor al corriente sobre las tendencias en rotación de granos y demás aspectos inherentes al agro y al almacenamiento de granos en general.

### **5.1.7.- Consulta con un ingeniero Agrónomo especializado en el Área**

La profesional Elegida ha sido la Ing. Agrónoma Flavia Giordano, la cual trabaja dentro de la planta de Acopio AFA Rueda (Ruta 90, km 18), continuando la misma metodología que en caso anterior las respuestas se encuentra en color azul

1) Dado el Layout Planta de la Figura 23, ¿Qué consideraciones en la calidad de Acopio, consideraría Apropiada?

R. Se recomienda aplicar termometría, análisis de humedad, y realimentación en los sistemas de control de los aireadores a partir de la termometría.

2) En lo referido al Acopio de Granos, siguiendo la primer respuesta en prioridad sobre almacenamiento, luego de soja, ¿Qué grano sigue en volumen de acopio?

R. En volumen después de soja, maíz sobre lo que respecta a commodities. Si bien son épocas de acopio distintas.

3) ¿Cuál de los siguientes granos Requiere más control de temperatura y/o humedad?

- Soja
- Maíz
- Sorgo
- Otros... Listar

R. En líneas generales todos en misma jerarquía, depende del almacenamiento, un siniestro en soja puede ser quema parcial mientras que de maíz explosión. El principal problema y clasificación radica en el nivel de humedad con que llegan de las cosecha, mientras mayor sea (superior al 14% ), mas estricto tiene que ser el proceso de control posterior de temperatura y humedad.

4) ¿Cuánto tiempo máximo, puede permanecer un grano en silo sin rotación?

R. En correlación con la pregunta anterior, se clasifica sobre el nivel de humedad que posea. Uno de alta humedad ( $\geq 17\%$ ) no mas de 5 días (sin un secado apropiado), mientras que uno de baja humedad y temperatura controlada (menos a  $18^{\circ}\text{C}$ ) puede estar casi un año, por motivos operativos no permanecen tanto tiempo debido a la necesidad de rotación de la planta.

5) ¿Ha visto siniestros de quema de grano dentro del silo o explosiones?

R. Si, por lo general en las zonas de las norias, producidos en su mayoría por falla eléctrica que deriva en chispa en un entorno de polvo inflamable. El incidente si bien no causó victimas fatales, daño parcialmente el equipamiento mecánico y eléctrico instalación.

Otro caso ha sido almacenamiento de grano con gran contenido de humedad como consecuencia de tener material en espera para procesar en la secadora, los lotes más antiguos comenzaron a elevar su temperatura por fermentación y se produjo pérdida de grano considerable.

Nota: El proceso de aumento de humedad del grano, genera fermentación y es exotérmico, motivo por el cual un sistema de termometría siempre va a medir un paso atrás lo que ocurre con la humedad.

6) En dichos casos, considerando afirmativa la respuesta anterior, ¿Cómo ha cubierto el seguro?

R. Se manejó directamente entre AFA Rosario y Bs. As. con la Aseguradora correspondiente la cobertura de los daños.

7) De acuerdo a su criterio, ¿Qué considera equipamiento de punta para densar granos en un silo?

R. Termometría, Humedad y medición de Fosfino. Posteriormente para determinados tipos de granos o requisitos de lote por parte del cliente, mediante análisis destructivo de una muestra se analiza el contenido de proteína.

**Nota:** Fosfino, es el remanente de plaguicidas. Se mide ingresando sonda en el Silo, algunas cadenas intermediarias de proceso exigen medición cuando se recibe el grano.

8) ¿Está relacionada con el concepto de termometría?

R. Si

9) Medidores Radares o volumétricos, sonoros, ¿Han sido utilizados en las instalaciones que Ud. trabaja?

R. Estamos al tanto de la tecnología, de momento aplicamos métodos de calculo geométricos basados en cubicaje por medidas de altura de grano en focos puntuales de manera manual.

10) ¿Tiene noción de qué empresas fabrican equipamientos de calidad de granos en el plano local?

R. De momento no.

### **5.1.8.- Planta de Acopio “Prototipo de 14.000 Ton”**

Aquí se llega al punto de definición del modelo sobre el cual se realiza el análisis. La planta como había sido mencionado anteriormente, posee dos silos de 5000 ton y uno de 1000 ton. Se exponen unas revisiones geométricas y de volumen para estimar tamaño de la planta.

La relación de volumen por tonelada para la soja en condiciones de temperatura y humedad estándar, 25 °C y 13% humedad, es aproximadamente 1,3 m<sup>3</sup>/ton, lo que equivale a plantear el ratio proporcional de densidad de aproximadamente 769 kg/m<sup>3</sup>. Estos datos son obtenidos del INTA y su proyecto de calidad post-cosecha.

Los silos de 5.000 ton tienen aproximadamente de dimensiones, sin contar conos superior o inferior, 20 mts de Diámetro y 20 mts de alto. Esto genera el siguiente volumen de cubicaje.

$$Vol = \Phi^2 \frac{\pi}{4} H$$

## LAYOUT DE LA PLANTA



Figura 23. Layout de una planta de Acopio modelo para el estudio

Donde  $\phi$  es diámetro en metros y H altura en metros. Para el caso anterior, se obtiene  $6.283\text{m}^3$ , lo cual equivale a la relación de densidad a 4830 Ton de grano, a fines prácticos lo aproximamos a 5.000 ton. No se considera el cono inferior por el motivo que hoy día

dependiendo de la planta se puede prescindir, debido que se puede compensar con la inversión en un sistema de elevación de grano frente al hormigón y hierro de la constitución de cono inferior.

Ahora bien respecto al silo de 1.000 ton, por lo general son de 12 m de diámetro y 12 m de altura, esto nos da 1357 m<sup>3</sup>, lo cual se traduce de acuerdo a las consideraciones específicas en 1000 ton.

#### **5.1.8.1.- Costos Estimativos de la planta**

En este punto se estiman costos de capital de la planta sin entrar en cálculos financieros, ni de amortización. Solamente se toma como referencia valores de mercado y estimaciones de ingeniería como una aproximación inicial. Cabe aclarar que no es el presente objeto de la maestría realizar un estudio detallado de costo de la adquisición e instalación de una planta de Acopio, más bien entender de que capital de base se habla para estimar una tasa de rotación y el valor almacenado comparado con el valor de la planta.

El trabajo de movimiento de tierra, suponiendo un predio de 100 mts por 100 mts Se estima en 70.000 USD.

En valores de mercado un silo de 5.000 ton sin obra civil se estima en 65.000 USD. La instalación es aproximadamente una vez y media ese valor, dado el alquiler de maquinarias y mano de obra. Lo cual lleva a tener 2,5 veces el costo de materiales neto, eso es \$162.500 USD por Silo de 5000 ton.

Por cada Silo de 1.000 ton se considera un costo estimado de \$27.000 USD más los aditivos de la obra civil, eso basándose en la anterior relación, genera un monto de \$67.500 USD.

Hasta Aquí hay \$460.000 USD, sin contar Sistema de Elevación de grano, motores, transformador, obra eléctrica y celda de carga. A continuación, se describe brevemente cada uno de los elementos mencionados.

Un sistema de elevación de Noria para la planta se estima de acuerdo a consultas con profesionales en 125.000 USD incluyendo el motor de la Noria (de 25 Hp Aprox) mas una instalación de 30.000 USD, eso genera 155.000 USD.

Respecto de los aireadores, se estiman con motor incluido. Al menos \$6.000 USD más \$1.500 USD instalación, esto da \$7.500 por aireador. Cada silo de 1.000 ton tiene dos aireadores y cada uno de 5000 posee 4, eso arroja al menos 16 Aireadores, siendo el equivalente USD \$120.000 en costo de sistemas de Aireación.

Considerando la planta compuesta por al menos 16 motores de una capacidad promedio de 16 HP, además de simplificar la utilización promedio de 50% de la capacidad energética simultánea, en el peor de los casos de la capacidad total, se observa una potencia de 120 KW. Sumando pérdida por líneas y factores de seguridad, con un transformador 150 KVA de 33 KV / 380V trifásico se tiene una correcta implementación del sistema de energía eléctrica. La obra de instalación del transformador más el costo del mismo, ronda los 60.000 USD.

Una celda de carga para camiones de 40 ton de carga de máxima capacidad de instalación de 80 toneladas por cuestiones de seguridad, con obra civil incluida, cuesta aproximadamente 25.000 USD

Es necesario además sumar las oficinas e instalaciones de la planta, unos 120 mts<sup>2</sup> aproximadamente en instalaciones para tareas administrativas, construido desde cero con obra civil y amoblamiento básico, estimándose un total de 120.000 USD.

Bajo todas estas consideraciones, aún como muy aproximadas, se obtiene una base de capital que excede el millón de dólares, a fines prácticos y solo para calcular tasa de rotación de capital, se aproxima a en 1.25 Millones de Dólares.

Cabe aclarar como mencionó en el párrafo inicial, la estimación no es referente de precios a la hora de realizar una instalación, simplemente se desglosaron los ítems que componen la planta, analizado el costo con cierto grado de incertidumbre, dada condiciones actuales del mercado, producto de las diversas cotizaciones de dólar. Asimismo es necesario recalcar que siempre es mejor una mala estimación a ninguna y hasta puede ser objetivo de algún maestrando realizar un análisis de costos en profundidad como su trabajo final, focalizándose solamente en ese aspecto. Por lo tanto se deja el campo abierto para continuar con investigaciones de costo y rentabilidad.

#### **5.1.8.2.- Costo de Capital Almacenado y estimación de Rotación de Stock**

Considerando un valor tonelada de soja 500 USD (Cotizaciones promedio del mercado de Chicago en los anteriores meses) y aproximando la planta a almacenamiento monocultivo (En la práctica suele ser 60% Soja %25 Trigo, %15 maíz), a una capacidad completa de granos tenemos 500 USD x 14.000, esto da 7 Millones de Dólares almacenados.

Es decir, el valor en grano vale al menos seis veces la planta de silos que lo almacena (en costo de capital).

También desde el punto de vista de carga y descarga de granos, es necesario realizar la siguiente relación, un camión lleva 42 toneladas, ello implica 334 cargas de camiones para llenar la planta. Considerando dos cargas y descargas de grano al año, (actualmente puede ser casi 4), se tiene que en un año circula capital por esa planta equivalente en al menos 10 veces su valor.

Es necesario mencionar desde un enfoque ambiental, cuantas hectáreas son necesarias para llenar la planta. Cada hectárea produce en una buena cosecha 35 quintales de soja, el quintal se define como magnitud de 100 Kg es decir 0.1 Ton. Nuevamente tratando de monocultivo, el autor pide disculpas a algún ingeniero agrónomo o ambientalista que se encuentre leyendo esto, sin embargo a través de simplificaciones se obtienen modelos prácticos que permiten extraer conclusiones. Retomando el punto anterior, cada hectárea produce 3.5 Ton, si es necesario llenar 14.000 Toneladas, aplicando una relación directamente proporcional, se obtiene 4.000 Hectáreas. Una hectárea equivale a 0.01 km<sup>2</sup>, con lo cual arroja el resultado de 40 kilómetros cuadrados, es decir un cuadrado de 6.34 km de lado. Comparándolo con el gran rosario que cuenta con 586 km<sup>2</sup>, equivale al 6,82% del área total del gran Rosario.

### **5.1.8.3.- Relación entre la planta prototipo y acopiadores de la región**

La planta es relativamente pequeña si se compara con la de AFA de Rueda, 34.000 Ton, o la de Bunge de Ramallo, aproximadamente 100.000 ton. El motivo que estas plantas hayan alcanzado semejante tamaño, no es de extrañar y se detalla en el siguiente párrafo.

En primer lugar, se requiere que analizar el escenario de grano para exportación vía Marítima. Un carguero de última generación puede llevar al menos 70.000 toneladas, es decir, al menos 5 veces la “pequeña” planta prototipo. Por tal motivo, la planta modelo no posee suficiente capital para llenar un carguero, más aún, “No se dispone puerto”. Por lo tanto es necesario ser un eslabón intermediario acopiando grano de los productores más pequeños para venderlos a otros eslabones de mayor concentración. No es necesario ser un genio para darse cuenta en la precaria condición de mercado que la planta prototipo se encuentra. Entre los extremos del productor por un lado y de las grandes cadenas multinacionales por otro.

Una salida que han encontrado muchas plantas pequeñas de acopio a este paradigma es la incorporación de Extrusoras para producir aceite y pellet, este ultimo es residuo de la generación de aceite. El pellet es la base del alimento balanceado para aves y para ganado de feedlot, por lo tanto ocurre una transformación del residuo en producto.

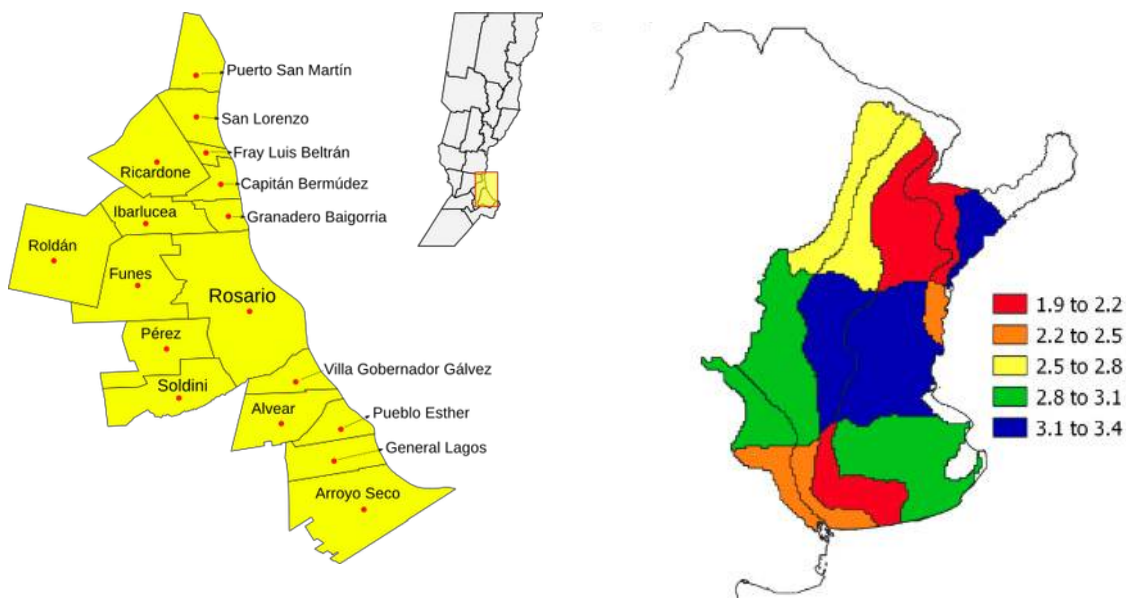


Figura 24. Izquierda. Comparación de la superficie de acopio frente al área del gran Rosario, es un 6,82% de área en amarillo. Derecha, rendimiento de toneladas por hectárea del 2021. Fuente (Izquierda, wikipedia; Derecha: Sitio Web [www.todoagro.com.ar](http://www.todoagro.com.ar))

Otra alternativa que han tenido plantas de la zona ha sido integrarse verticalmente hacia un envasado de legumbres, aumentando la tasas de rotación y dando valor agregado a la mercadería.

Volviendo al caso de un buque carguero (monovolumen), se propone el siguiente análisis, un buque de 70.000 Ton. ¿Cuánta extensión de tierra requiere de espacio cultivable para llenarlo? Se aplica la relación proporcional al rendimiento por hectárea y extrapolando al ejemplo del Gran Rosario, se obtiene 200 km<sup>2</sup>, ello es un 34% del Área de Gran Rosario por Carguero. Sin mencionar que el mismo transporta una carga valuada en al menos 35 Millones de Dólares.

## 5.1.9.- Costo de la implementación de un sistema integral de monitoreo de calidad de Grano en la Planta de Acopio Modelo

### 5.1.9.1.- Estudio del Costo de Implementación de un sistema de Termometría Completo

En el presente en este punto es necesario aclarar que la información relacionada a costos y equipamientos es sensible. Es de aclarar, que parte de la metodología de conformación de la estructura de costos han surgido de la experiencia de la empresa que preside el autor, Ingeniería

SCH. S.R.L, la cual se considera. Algunos instrumentos de Termometría han sido fabricado en 2012 y se cuenta con el know-how y presupuestos, así como diversos elementos que son de empresas Partners o proveedores de instrumentación de proyectos industriales.

Asimismo se aclara que los costos, si bien se encuentran dentro de parámetros de mercado, constituyen un aporte académico y no deben ser tomados como referencia por terceros, públicos privados para estimar presupuestos sin antes haber consultado con un profesional en instrumentación y/o organización especializada en el área.

Las mismas salvedades y restricciones de divulgación se aplican a los costos de los sistemas de humedad y Cubicaje.

### **Estimación y Descripción de Materiales y Procesos**

Para estimar económicamente la implementación de un sistema de termometría para una planta de 14.000 toneladas son necesarios los siguiente elementos:

#### **Hardware Necesario**

##### Silo de 1000 Ton

- 3 Sondas de 10 metros más cable compensado, con 8 metros de extensión cada uno.
  - 8 termocuplas por Sonda.
- 1 Unidad de conmutación de medición de temperatura – versión compacta (hasta 3 sondas).

##### Silo de 5000 Ton

- 8 Sondas de 15 mts más cable compensado, con 10 mts de extensión cada uno.
  - 12 termocuplas por Sonda.
- 4 Termocuplas de 20 mts más cable compensado, con 6 mts de extensión cada uno.
- 1 Unidad de conmutación de medición de temperatura. (versión full, hasta 15 sondas).

### **Descripción de las tareas a realizar en el silo**

Por cada uno de los silos de 1.000 ton, el trabajo del contratista es el siguiente:

- Trabajo en altura a 14 mts de altura, colocación de las sondas sobre el techo del silo, estando el mismo descargado.
- Abulonado de las chapas de soporte al techo y sellado con silicona en frío para evitar ingreso de agua.
- Instalación del tablero conmutador sobre el tope superior del cono.
- Cableado alimentación 220 Vac desde la base del silo al cono.
- Conectar las termocuplas al tablero, se recomienda utilizar conectores radiales tipo Industrial, ejemplo Amphenol MP-4101-37P.

El trabajo para los silos de 5.000 ton es similar al de 1000 ton. solo que el numero de sondas asciende a 12 y la altura es mayor. Factor a tener en cuenta para trabajo en altura, utilizar arnés industrial y sistema de sujeción T4 contra acoplado contra el cono del silo.

En la sala de control instalar la unidad principal de lectura y comando. Los anteriores modelos requerían el cableado de una red RS-485. Ahora la misma es inalámbrica, lo cual reduce los costos de instalación. Luego de la instalación del módulo se procede a realizar tendido de cable de red categoría 6 en caso de distancias inferiores a 100 mts o de fibra óptica en situación de mayor tramo, hasta la oficina que cuente con acceso a internet.

Posteriormente con el personal de la empresa encargada de suministrar el hardware y se procede a la puesta en marcha y calibración del equipo. En relación con los técnicos encargados para la instalación, se compone de dos especialistas trabajando en altura y un supervisor en base, que eventualmente puede subir para verificar los trabajos realizados.

El hardware del equipo es capaz de actuar sobre los contactores del sistema de aireación, a fin de mantener la temperatura en un punto ideal, de manera de evitar cualquier caso de combustión interna del grano.

## Estimación de Costos

Realizando una composición por silo de 1.000 ton y de 5.000 ton se llega a la una estimación del costo de instalación, un método de costeo en el cual se desglosan los factores intervinientes hasta llegar a ítems indivisibles, muy utilizado para estimaciones de proyectos de Ingeniería.

Aproximadamente con 50.000 Dólares se obtiene un sistema de termometría instalado, cabe aclarar que no se incorporó realimentación de aireadores, un control electrónico de aireadores realimentado a la salida del medidor serian aproximadamente 12.000 USD más para toda la planta.

### Implementación Termometría

#### Costos Estimados Silo 1000 Ton

Ítem	Descripción	\$ [USD]	Cantidad	Subtotal
1	Unidad de Conmutación & Medición Compacta	\$2.500,00	1	\$2.500,00
2	Sondas 8 mts	\$250,00	3	\$750,00
3	Mano de Obra Silo	\$1.500,00	1	\$1.500,00
<b>Total</b>			<b>USD</b>	<b>\$4.750,00</b>

#### Silo 5000 Ton

Ítem	Descripción	\$ [USD]	Cantidad	Subtotal
1	Unidad de Conmutación & Medición Full	\$4.900,00	1	\$4.900,00
2	Sondas 12 mts	\$250,00	3	\$750,00
3	Sondas 15 mts	\$270,00	8	\$2.160,00
4	Sondas 20 mts	\$660,00	4	\$2.640,00
5	Mano de Obra Silo	\$1.500,00	1	\$1.500,00
<b>Total</b>			<b>USD</b>	<b>\$11.950,00</b>

### Resumen Termometría

Ítem	Descripción	\$ [USD]	Cantidad	Subtotal
1	Sistema de Silos 5000 Ton	\$11.950,00	2	\$23.900,00
2	Sistema de Silos 1000 Ton	\$4.750,00	4	\$19.000,00
3	Unidad Central de Procesamiento de Datos	\$4.800,00	1	\$4.800,00
4	Licencia de Software De Monitoreo & Control Remoto (Anual)	\$1.500,00	1	\$1.500,00
<b>Total</b>		<b>USD</b>		<b>\$49.200,00</b>

### 5.1.9.2.- Implementación de un sistema de Control de Humedad, análisis de costos

#### Estimación de Descripción de Materiales y Procesos

Primero se detalla en la siguiente tabla la cantidad de sensores de humedad dispersos en el silo.

- Silo de 1000 ton:
  - 8 En los Silos
    - 3 sensores en la parte inferior cerca del perímetro exterior.
    - 3 sensores en la parte superior, cerca del perímetro exterior.
    - 1 sensor en el centro del cono, parte superior.
    - 1 sensor centro del cono, parte inferiores.
- Silo de 5000 Ton.
  - 16 Sensores
    - 5 sensores en la parte inferior cerca del perímetro exterior.
    - 5 sensores en la parte superior, cerca del perímetro exterior.

Es decir se requerirá 64 Sensores en la planta de 14.000 ton.

#### Estimación de Costos

Análogamente al inciso anterior, se realiza el mismo cálculo de estimación en base a valores de mercado de sensores de humedad de ultima tecnología. Aquí por motivo de confidencialidad con el proveedor de la firma que preside el autor, no se ha podido plasmar el presupuesto del proveedor en los anexos, como consecuencia de las clausulas de confidencialidad.

<b>Silo 1000 Ton</b>				
Ítem	Descripción	\$ [USD]	Cantidad	Subtotal
1	Sensor de Humedad Tipo Rod	\$1.200,00	6	\$7.200,00
2	Lectores de Canales	\$2.300,00	2	\$4.600,00
3	Mano de Obra Silo	\$1.980,00	1	\$1.980,00
<b>Total</b>			<b>USD</b>	<b>\$13.780,00</b>

<b>Silo 5000 Ton</b>				
Ítem	Descripción	\$ [USD]	Cantidad	Subtotal
1	Sensor de Humedad Tipo Rod	\$1.200,00	10	\$12.000,00
2	Lectores de Canales	\$2.300,00	3	\$6.900,00
5	Mano de Obra Silo	\$3.150,00	1	\$3.150,00
<b>Total</b>			<b>USD</b>	<b>\$22.050,00</b>

<b>Resumen Sistema Humedad</b>				
Ítem	Descripción	\$ [USD]	Cantidad	Subtotal
1	Sistema de Silos 5000 Ton	\$22.050,00	2	\$44.100,00
2	Sistema de Silos 1000 Ton	\$22.050,00	4	\$88.200,00
3	Unidad Central de Procesamiento de Datos	\$2.800,00	1	\$2.800,00
4	Licencia de Software De Monitoreo & Control Remoto	\$1.300,00	1	\$1.300,00
<b>Total</b>			<b>USD</b>	<b>\$136.400,00</b>

### 5.1.9.3.- Sistema de cubicaje Automático, implementación y análisis de Costos

Es necesario un sistema de Cubicaje Automático por cada Silo, se emplea un modelo acústico de mapeo 3D que otorga una error de medición de 1%, si bien este error puede parecer mucho, es menor que emplear sistemas de radares en puntos específicos y extrapolar la superficie.

#### Resumen Cubicaje Automático

Ítem	Descripción	\$ [USD]	Cantidad	Subtotal
1	Medidor de Cubicaje Acústico	\$18.960,00	6	\$113.760,00
2	Instalación En silo de 1000 Ton	\$1.800,00	4	\$7.200,00
3	Instalación en Silo de 5000 ton	\$3.980,00	2	\$7.960,00
4	Licencia de Software De Monitoreo & Control Remoto	\$1.500,00	4	\$6.000,00
<b>Total</b>			<b>USD</b>	<b>\$134.920,00</b>

Sobre el funcionamiento del sensor acústico mencionado previamente, opera en base a un sistema de ecolocalización, identificando distancia, ángulo de azimut y elevación en base a la diferencia de fase de la recepción. Anteriormente este proceso requería mucho espacio de procesamiento y físico de equipo, hoy día con un DSP (Procesador digital de Señales) en un pequeño sistema electrónico es posible de implementarlo en un equipo de pequeño tamaño.

#### 5.1.9.4.- Resumen de Costos de Implementación de sistema de Calidad de medición

Para concluir los puntos desarrollados previamente, se expone un consolidado de costos de implementaciones de Sistema

Ítem	Descripción	Costo
1	Termometría	\$49.200,00
2	Humedad	\$136.400,00
3	Cubicaje	\$134.920,00
<b>Total</b>		<b>\$320.520,00</b>

#### 5.1.9.5.- Costos de Seguro de Acopio y su relación con los sistema de Control de Calidad de Granos

Nuevamente se encuentra una barrera en el tema información sobre seguros de silos, las agencias aseguradoras son muy recelosas de la información, de hecho con dos aseguradoras que el autor ha hablado personalmente, no accedieron a suministrar datos en su totalidad sobre las pólizas. Se adjuntan extractos de las condiciones de asegurabilidad de una agencia de primera línea. Por motivos de confidencialidad no se realiza una reproducción total,

sino parcial sobre las condiciones para el almacenamiento de los granos, dentro de lo cual se encuentra sistema de termometría como requerimiento.

### Condiciones de asegurabilidad

1) Los silos deberán estar acomodados de la siguiente manera: dos silos juntos enfrentados en forma longitudinal y separación de 5 metros, dos silos juntos enfrentados en forma longitudinal y separación de 5 metros y así sucesivamente; la distancia entre filas como las indicadas precedentemente no deberá ser menor de 3 metros y la distancia mínima de separación perimetral entre todos los silos y cualquier bien/objeto que se encuentre alrededor de ellos no deberá ser menor de 5 metros.

2) Los silos deberán estar ubicados en plantas de silos o en campos a distancia no mayor de 2000 metros de casa habitada en forma permanente. La distancia mínima a cursos de agua no deberá ser menor a 500 mts.

3) El lugar donde se encuentren los silos bolsa deberán estar libres de registros de anegamientos por lluvia o inundación por, al menos, 5 años. La bolsa deberá ser tricapa con protección UV y su espesor no deberá ser inferior a 230 micrones.

No se permite el embolsado sobre rastrojo de soja.

4) Mantener libre de malezas y rastrojos el predio durante toda la vigencia del seguro.

5) Control de temperatura y humedad de los granos al momento del llenado. La humedad máxima permitida para el almacenaje es la siguiente:

- Trigo: 15%
- Maíz: 15%
- Girasol: 13%
- Soja: 16%

Los granos deberán estar libres de mohos, hongos, insectos, cuerpos extraños como así también de cualquier elemento contaminante.

La capacidad máxima de almacenamiento y estiramiento no deberá superar la autorizada por el fabricante de la bolsa.

El hermetismo del cerrado de la bolsa deberá estar sujeto a las especificaciones del fabricante.

El almacenamiento debe realizarse en bolsas de polietileno virgen, no permitiéndose el uso de bolsas de polietileno recicladas.

6) Los almacenamientos deben ser controlados cada 10 días, verificando estados de las bolsas (no deberán tener ningún tipo de perforaciones y/o roturas), estado de la limpieza perimetral, control de malezas y rastros, control de drenajes del potrero y en caso que hayan sufrido modificaciones de la condición de inicio de vigencia de la póliza realizar las tareas correctivas al respecto; se deberá llevar un registro de dichos controles, que podrá ser requerido por la aseguradora en cualquier momento y será obligatoria su presentación en caso de Siniestro.

7) Se deberá hacer un control periódico de temperatura de los silos como mínimo cada veinte (20) días, dejando debidamente registrados los valores en planillas diseñadas para tal fin. En caso que se detecten temperaturas mayores que las normales, el Asegurado deberá dar las directivas correspondientes para que se minimice el riesgo de combustión espontánea. Con la sola notificación de la Aseguradora, el Asegurado deberá retirar la mercadería en un lapso no mayor de las 72 horas hábiles de efectuado. Superado dicho plazo, esta Aseguradora no se responsabiliza por las pérdidas sufridas por la empresa por las cuales deba responder el Asegurado.

8) Esta Aseguradora se reserva el derecho de inspeccionar y/o solicitar la información que crea conveniente en cualquier momento de la vigencia de la póliza de seguros.

Se observa en primer lugar la exigencia de un sistema de Gestión en Calidad de Granos, en primer medida termometría, cuando exige registro / medición y demás datos. Por lo cual se concluye que es mandatorio la implementación de los sistemas de calidad en las plantas de acopio de acuerdo a las normativas de aseguramiento.

### Costos del Seguro

La siguiente Figura muestra los costos por un almacenamiento en función de los meses y el monto asegurado. Si es asegurada la totalidad de la planta, es decir 14.000 Toneladas a 500 Usd la Tonelada, el capital total es \$7.000.000 USD. Realizando una rotación cada 6 meses, se obtiene aproximadamente 24 mil Dólares en seguro de Acopio

<b><u>COSTO DE LA COBERTURA:</u></b>	
<b>VIGENCIA</b>	<b>TASA DE PREMIO con IVA 21% Y sin Ingresos Brutos</b>
12 Meses	<b>6,60%o</b>
6 Meses	<b>3,55%o</b>
5 Meses	<b>3,00%o</b>
4 Meses	<b>2,50%o</b>
3 Meses	<b>1,80%o</b>
1 y 2 Meses	<b>1,15%o</b>

**FORMA DE PAGO:**  
 Para periodo de 12 meses: Hasta seis (6) cuotas iguales y consecutivas.  
 Para periodos de 4 a 6 meses: Tres (3) cuotas iguales y consecutivas.  
 Para periodos hasta 3 meses: Pago de contado.

**Figura 25. Costos de mercado de aseguramiento de granos al 06/2022**

Se comprueba que el costo de almacenamiento es considerable, sin embargo en las entrevistas tanto formales como personales los acopiadores han sido muy cautos en cuanto a indicar que porcentaje tienen asegurado, por que monto y plazos. Forma parte del “Secreto Profesional de operación de la planta”.

## **5.2.- Análisis del posicionamiento de producto de un sistema de calidad de granos, desde la perspectiva de un fabricante de equipamiento que ingresa al mercado**

### **5.2.1.- Presentación del producto con sus características y aplicaciones**

Se toma como base un sistema desarrollado por la firma Ingeniería SCH SRL en 2013, la misma línea hoy se encuentra discontinuada por dedicarse en otra rama de negocios. La propuesta del sistema integrado de control de Silos, permite el monitoreo y control de la temperatura del grano dentro del silo o celda, así como la prevención y detección del crecimiento de gérmenes como consecuencia de la combinación de temperatura –humedad dentro de la estructura.

El factor fundamental de precisión del presente sistema radica en que no solamente se evalúan los parámetros de temperatura y humedad fuera del silo, sino que SE OBTIENE UN MAPA INTERNO DE LA DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL SILO, a través de sensores colocados en vainas verticales.

### 5.2.1.1.- Elementos que componen

El sistema integrado de control de Silos, se compone de los siguientes elementos.

- **Unidad de control:** Es la parte principal del sistema, procesa las señales de temperatura proveniente de conmutadores mediante una red digital propietaria en RS-485 a través del medio físico de cable o vía inalámbrica por conexión FSK a 1GHz.
- **Conmutadores:** Se necesita un elemento por cada silo, el mismo amplifica las señales de los sensores y se comunica con la unidad de control a fin de transmitir el estado exacto de temperatura dentro del silo.
- **Computadora & Software:** Permite la interacción del usuario con la unidad de control, se conecta vía USB o Ethernet con el controlador, posee las facilidades para almacenar en bases de datos (SQL o MySQL) el registro de las temperaturas de la celda o silo, así como el adicional de transmitir vía remota estos datos a otra central para ser analizados.
- **Sensores:** Interactúan con el grano produciendo una señal eléctrica que representa la temperatura existente cuasi proporcional a niveles de tensión.
- **Módulos de control de motores:** Son los encargados de manipular los aireadores de acuerdo al parámetro de temperatura especificado.

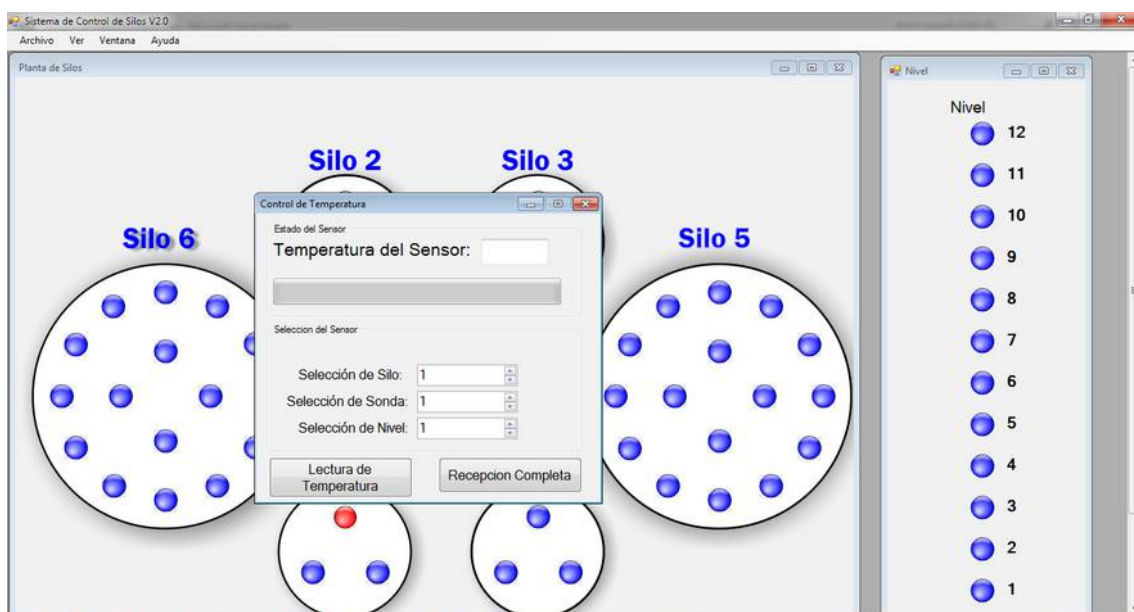


Figura 26. Software de control de Silos. Fuente Diseño De Ingeniería SCH S.R.L

- **Módulo de sensado automático de nivel vía radar**, permite conocer el stock real en el silo colocando sensores sobre el techo de los silos o celdas, el medidor transmite los datos vía red digital RS-485 con el controlador principal.
- **Medición de Humedad**, se emplean dos variantes, medición en puntos discretos dentro del silo, o por cinta transportadora mediante sistema capacitivo.

### **5.2.1.2.- Análisis de dispersión y valores medios de temperatura y humedad**

Mediante registros que lleva el sistema sobre los valores de temperatura y humedad dentro del silo, se indica su distribución espacial. La forma de almacenamiento de los mismos es a través de una base de Datos de Arquitectura SQL, por lo tanto el método será el procesamiento automático de los valores diarios para indicar los siguientes parámetros calculados:

- Medias de Temperatura
- Desviación de parámetros
- Márgenes de seguridad para la operación y valoración económica de la carga, es decir entre qué valores ideales debería estar la mercadería para no sufrir una degradación de su valor económico.

Los tres valores surgen de la implementación del sistema, mediante métodos de procesamiento numérico, el controlador almacena y llevar un registro de los datos de todos los sensores. Para una planta de 15.000 ton. esto significa monitorear más de 700 puntos de entrada analógicos

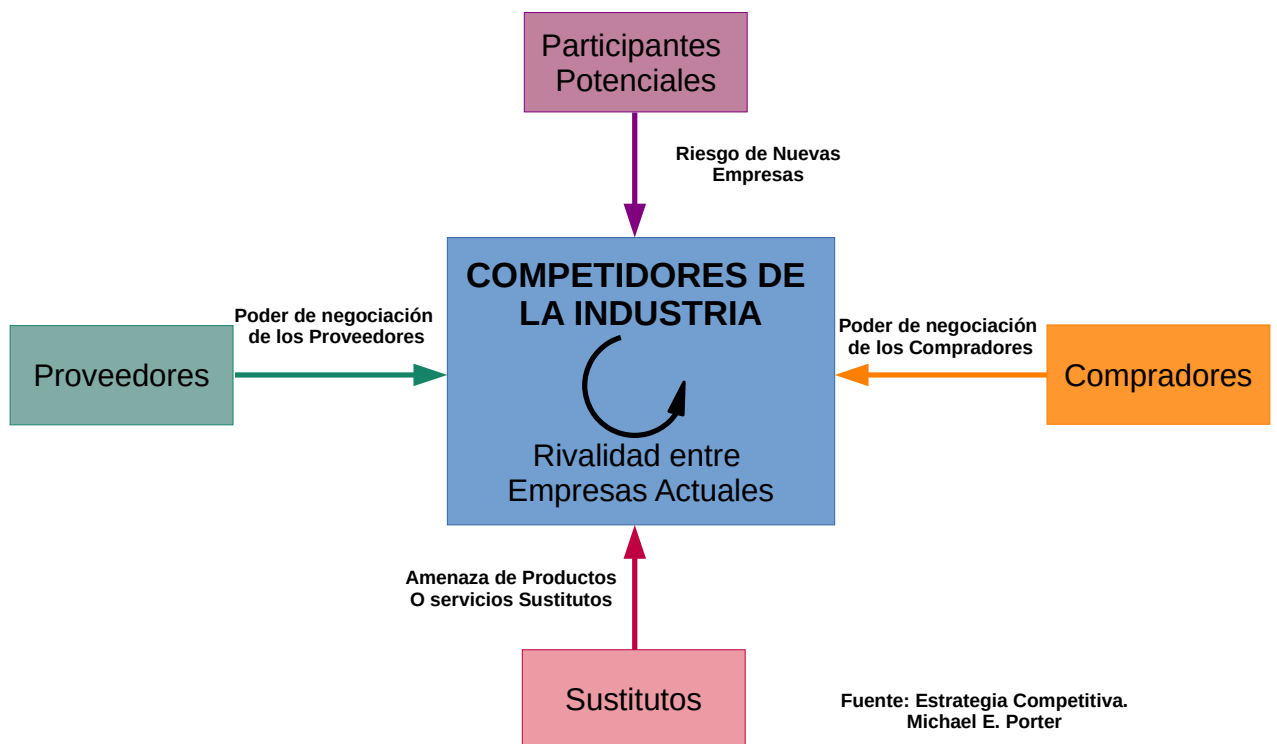
### **5.2.2.- Análisis de las 5 Fuerzas de Porter**

En la presente etapa, para aplicar un Análisis de 5 Fuerzas, se ubica desde la perspectiva de una empresa que fabrica y comercializa equipamiento electrónico de automatización y control y desea incursionar en el rubro de termometría para silos. Primero y principal se remite a la bibliografía para definir el esquema de las 5 Fuerzas, para ello es necesario describir a modo resumen el estado de las fuerzas de mercado y posteriormente se indaga en cada uno de los ítems.

El producto como había sido mencionado mencionado es un sistema de termometría, incluyendo el equipamiento electrónico, la instalación y suministro de Sondas. El nivel de integración vertical que se elige es desarrollo de los sistemas de Software y la fabricación del Hardware Electrónico, la instalación sera realizada mediante una terciarización y las sondas son compradas de proveedores locales.

Los compradores forman parte de un mercado de consumo “no masivo”, más bien orientando a nicho de Mercado. El alcance del mercado que se establece en el presente análisis es para un área de 300 km de radio, centrada en Rosario para Instalación y suministro de equipamiento. Asimismo se estima un alcance nacional solamente para insumos de Hardware y reparaciones.

Respecto de la sede de operación de la empresa y su modelo comercial, en un punto inicial, se elige una ubicación en el Parque Industrial Villa Constitución, debido a su fácil acceso a sectores agro-industriales y sus cercanías a Ciudades prominentes como Rosario, San Nicolás, y un poco mas Lejos Buenos Aires, teniendo recursos humanos y tecnológicos disponibles.



**Figura 26. Esquemas de las 5 Fuerzas de Porter**

### **5.2.2.1.- Proveedores**

Para el caso de los proveedores, el material crítico es el suministro de la Sonda de Medición, mientras que los Elementos Electrónicos, aun en el actual Cepo al Dólar son accesibles (el autor duda sobre una aseveración en mediano plazo dadas las condiciones actuales) a través de importadores locales.

Respecto de las Sondas, aplicados a nuestro modelo de planta de 14.000 ton, se decide elegir un fabricante en Venado Tuerto de los mencionados insumos. En caso que la demanda aumente, hay dos opciones o bien se integra verticalmente la empresa con una extrusora de plástico y bobinadora de material para armar la Sonda o bien se puede recurrir a una empresa dedicada a la Fabricación de Cable, Ej IMSA, que ya posee maquinarias especializadas para producir la sonda y agregar revestimiento. En el segundo caso es posible encargar un lote de varios Cientos de Metros de Sonda.

Dependiendo de la modalidad de operación, ya sea instalación completa o venta a través de un canal de venta, son dos escenarios con alternativas posible y contextos específicos cada uno. Para el primer escenario en el área circundante a la planta de fabricación del equipamiento tiene que contar con un buen outsourcing de empresas de servicios especializadas en tareas de montaje electromecánico, pero es precisamente el tipo de servicio que las empresas siderúrgicas de la zona requieren para puestas en marchas, cambio de instalaciones, etc. De tal manera, es posible aprovechar la capacidad ociosa de estas contratistas en personal especializado para realizar la instalación. La actual estrategia, si bien parece eficiente conlleva un riesgo y es el posible ingreso al mercado por parte de nuestro proveedor de servicios, como un competidor con productos de otras marcas. Para la persona no versada en este tipo de contrataciones esta situación puede parecer idílica, sin embargo en la realidad, avalado por la experiencia profesional del autor, demuestra que ha ocurrido en varias oportunidades, particularmente cuando son productos especializados que tienen una llave de acceso al mercado, ya sea por tecnología o métodos de fabricación. Muchas veces el contratista intenta “Conseguir otra Llave de Acceso de una Competencia” valiéndose de su cercanía con el cliente final en la instalación.

A la fecha de escribir el presente trabajo, rige en la República argentina un cepo cambiario, esto como es de publico conocimiento, puede generar cierto desabastecimiento de importaciones, asimismo también afectara a la competencia en su suministros y si ellos no los fabrican y tienen que importar el equipo hecho de otro lado, en mayor medida aún. Por lo tanto

una barrera elevada de importaciones podría jugar a favor contra el ingreso de posibles nuevos competidores como se vera en el inciso de nuevos ingresos.

#### **5.2.2.2.- Compradores**

Los compradores de este mercado tiene por un decir “nombre y apellido” y se encuentran con un gran poder de compra y negociación, además es un proyecto que se vende para el caso de nuevas instalaciones cuando se construye la planta, o bien en existentes cuando se desea modernizar la planta de acopio. El servicio post-venta consiste de un pack de mantenimiento semestral, por lo que se cuenta con mucha influencia de la empresa que realizará el servicio en caso de ser terciarizada.

Asimismo, efectuando un análisis de mercado entre productores pequeños, comienza a notarse la implementación de sistemas de acopio de bajo tonelaje, particularmente en plantas de aceite vegetal de pequeña envergadura. En dichas plantas de aceite los silos no son superiores a 400 ton, por lo tanto habría que evaluar un producto de menor costo para este sector.

#### **5.2.2.3.- Competencia Actual**

Las empresas que fabrican sus controladores de instalación fija en planta de acopio en el ámbito nacional son al menos entre dos y cinco de las cuales una de las más renombradas, es Tesma SAIC. Las organizaciones se encuentran establecidas hace muchos años y han diversificado su cartera de productos en otras áreas de medición y control. En base a lo expuesto, será un gran problema en caso de estar ofreciendo el producto o ingresando al mercado vencer estas barreras existentes.

#### **5.2.2.4.- Amenazas de Sustitutos**

Afortunadamente el producto no pasa de moda, termometría hace 50 años sigue siendo lo mismo. Es cierto que se moderniza la interfaz con las que se leen los parámetros y la capacidad de diagnóstico. En silos aun tecnológicamente y por relación costo beneficio, no puede reemplazarse por otra cosa, porque si bien es posible emplear medidores infrarrojos, realizar un mapeo tridimensional, con lleva costos mas elevados.

#### **5.2.2.5.- Barreras del mercado**

La Barreras de Ingreso son grandes, debido al gran poder adquisitivo de los compradores, ellos son jugadores en el mercado con mas de 30 años. Asimismo el personal

especializado del lado del cliente conoce que producto necesita para su planta y las características que debe tener el equipo.

Un factor a favor es que las empresas que ya se encuentran consolidadas poseen un producto de un valor económico más elevado dado su nivel de hegemonía, por lo cual es posible analizar una estrategia ofreciendo un producto de precio inferior de similares características, pero con más funcionalidades, de manera tal que la ecuación de valor de resulta más favorable con el producto ofrecido por el fabricante objeto del análisis que con la competencia.

Continuando con la exposición de las barreras de salida, si bien se caracterizan como elevadas, son cualitativamente menores que las de la entrada al mercado por dos motivos que se describen a continuación. En primer lugar porque se establece un mercado de mantenimiento, en el cual hay que satisfacer la necesidad de reparación semestral de instalaciones como cláusula contractual. Por otro lado la re-conversión de la tecnología para migrar a otra rama de instrumentación y control es poco compleja. Un ejemplo de migración tecnológica ha sido la firma que preside el autor en el año 2014, reconvirtiendo su infraestructura desarrollada hacia aplicaciones de índole de control industrial y desarrollos de SmartCity. El mero hecho de esa migración podría ser motivo de otro trabajo final completo, sin embargo se mantendrá en la línea del objetivo fundamental de actual Trabajo Final.

### **5.2.3.- Análisis de matriz FODA mediante herramientas de Software**

Se arriba a este interesante punto, si el lector está corrigiendo el trabajo Final es posible que haya tachado su checklist sobre si había análisis de matriz FODA. Por Tal motivo y dado que la primera vez que el autor ha visto el tema ha sido en el 2002, veinte años no son nada diría el cantante y poeta Carlos Gardel, se plantea la idea de presentar una novedad (o al menos para el autor hasta luego de haberlo leído hace unos meses atrás) en un análisis FODA, ello es la utilización lógica difusa incorporada en el mencionado análisis.

Uno de los principales motivos por el cual se describe este método, es la valoración del autor sobre aportar nuevas ideas en lo referido a herramientas de análisis de organizaciones, empleando la tecnología actual en procesamiento de datos e información. Esto permite obtener herramientas genéricas extrapolables a otro tipos de estudio de administración. En particular sobre el actual trabajo, se destacan dos ítems de implementación general, Sistemas

de gestión Web (Front End y BackEnd ) y el presente punto (análisis FODA mediante lógica difusa).

Nuevamente el lector puede preguntarme, ¿Si se quiere describir una herramienta de análisis nueva, porqué remitirse a Lógica difusa y no a IA? La respuesta es la siguiente, IA(Inteligencia Artificial) puede ser muy eficiente resolviendo problemas que desafían el modelo clásico de algoritmos, ellos son secuencia, decisión determinista e iteración. Sin embargo la Inteligencia Artificial requiere un gran conjunto de datos para que sea da una utilización práctica, es decir se necesita en condiciones ceteris-paribus, mucha información sobre toma de decisiones en plantas de acopio para entrenar una red neuronal. Estos datos que no se encuentran disponibles, mientras que empleando lógica difusa se permite establecer reglas sencillas sin una cuantiosa cantidad de información de fondo.

Continuando lo expuesto previamente, el concepto fundamental de lógica difusa es la permanencia parcial de conjuntos de datos, lo cual se amolda mejor a nuestra percepción de la realidad respecto de un algoritmo clásico. Para mencionar un ejemplo, no se define una regla de decisión para considerar materiales fríos o calientes en base a una comparación determinista si es mayor o menor a una temperatura específica, digamos 45°C. Puede tener una temperatura de 44,9°C y de acuerdo a una lógica clásica, encuadrarse dentro del conjunto “Frío”, tomando la decisión incorrecta cuando en realidad es caliente el objeto.

### **5.2.3.1.- Modelado de las Variables del FODA**

En la figura 27 detalla una matriz FODA, no se profundizará en las descripción de este diagrama, se supone que esto forma parte de su curso de formación básica de la maestría, por ende el esfuerzo será puesto en la aplicación en concreto de la herramienta y no redundar en conocimientos ya adquiridos de base.



**Figura 27. Análisis FODA. Fuente Wikipedia**

En primer lugar tanto para los factores internos como factores externos, es necesario establecer una escala de medición, por un decir cuantificarlos, se propone la siguiente equivalencia:

- **Factores internos:** -10 Debilidad .. 10 Fortaleza
- **Factores externos:** -10 Amenaza .. 10 Oportunidad
- **Función de pertenencia:** Para identificar dentro de que parte del espectro se encuentra, es necesario generar una función de pertenencia, en la siguiente figura se observa la diferencia con entre una función de pertenencia de una lógica clásica y una lógica difusa.

Producto de una simple observación, surge la ventaja de la pertenencia parcial a los conjuntos frente a los enfoques mas clásicos, ya que es posible posteriormente establecer reglas que en función del nivel de pertenencia generen una acción específica. Lo importante de esta herramienta es el gran amplio rango de aplicación, desde herramientas de decisión administrativas hasta algoritmos de lavarropas automáticos.

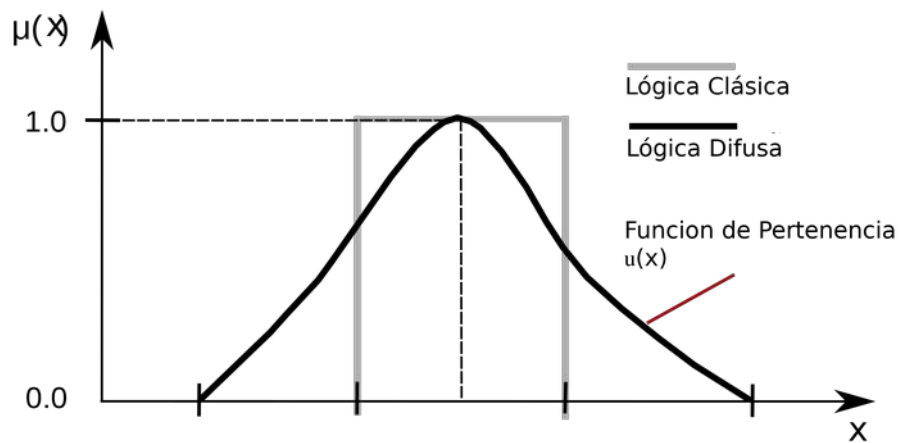


Figura 28. Comparación de lógica difusa con clásica en la pertenencia a conjuntos para toma de decisiones

Funciones de pertenencia que se aplican mayormente son

- Lineales (Segmentadas): Son las mas sencillas y se emplean aquí

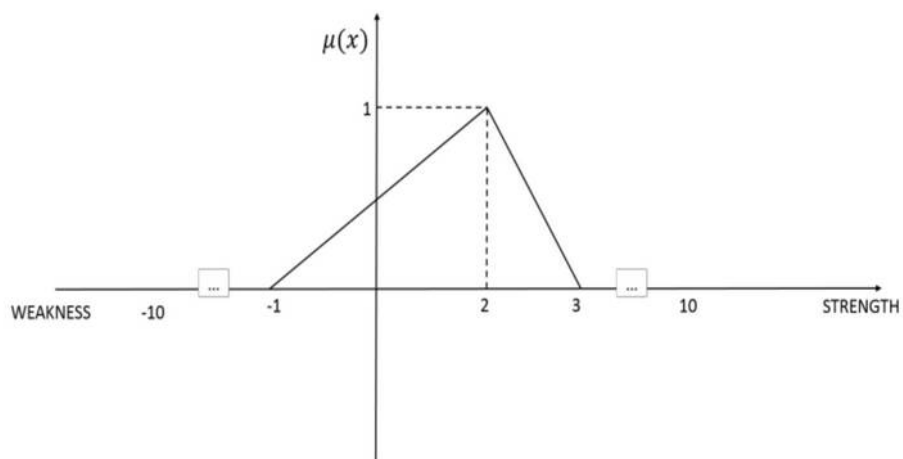


Figura 29. Función de pertenencia triangular (Utilizada en el presente Algoritmo)

- **Sigmoide:**

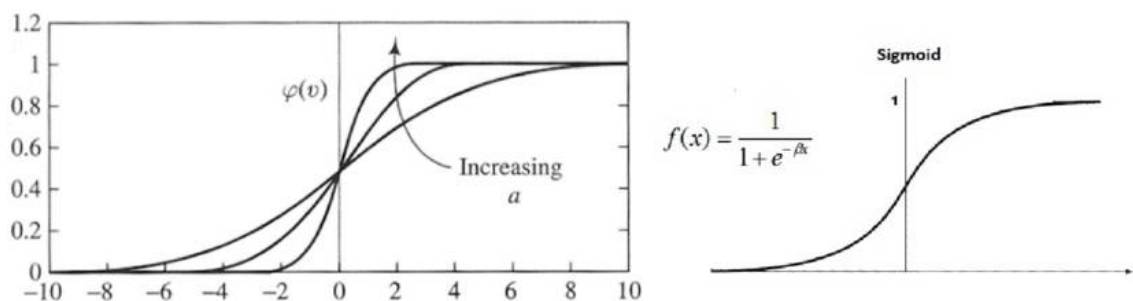


Figura 30 Función Sigmoide

$$S(x) = \frac{1}{1 + e^{-\beta x}}$$

- Este es particularmente útil en las redes neuronales, parte del álgebra de lógica difusa se aplica en redes neuronales, la ventaja de la sigmoide es que la derivada es una combinación lineal de la función inicial, multiplicada producto de ella misma. Esa propiedad y la “continuidad de la función” la hace muy útil a la hora de calcular máximos y mínimos. El valor de  $\beta$  influye en la suavidad de la curva de pertenencia y en particular cuan abrupta es la pertenencia o no, en función de su cercanía al valor límite. Estas curvas también se suelen utilizar en rampas en los variadores de velocidad en motores trifásicos para generar referencias de comando suaves sobre los equipos a fin de evitar fallas de mantenimiento.
- **Campanas de Gauss:** si bien muy útil desde el punto de vista teórico, se encuentra más relacionada al campo estadístico, todas las distribuciones de medias muestrales tienden a una función de Gauss, la integración es numérica, por lo que no se emplea para propagaciones de funciones en cadena de manera analítica.
- El último elemento a mencionar para presentar las herramientas del algoritmo es el nivel de Riesgo de la empresa o nivel de estabilidad de la misma, mencionado con la letra griega alfa ( $\alpha$ ). Este parámetro varía dependiendo de la turbulencia del mercado, indicando 0 para muy inestable (incertidumbre) y 1 para estabilidad total

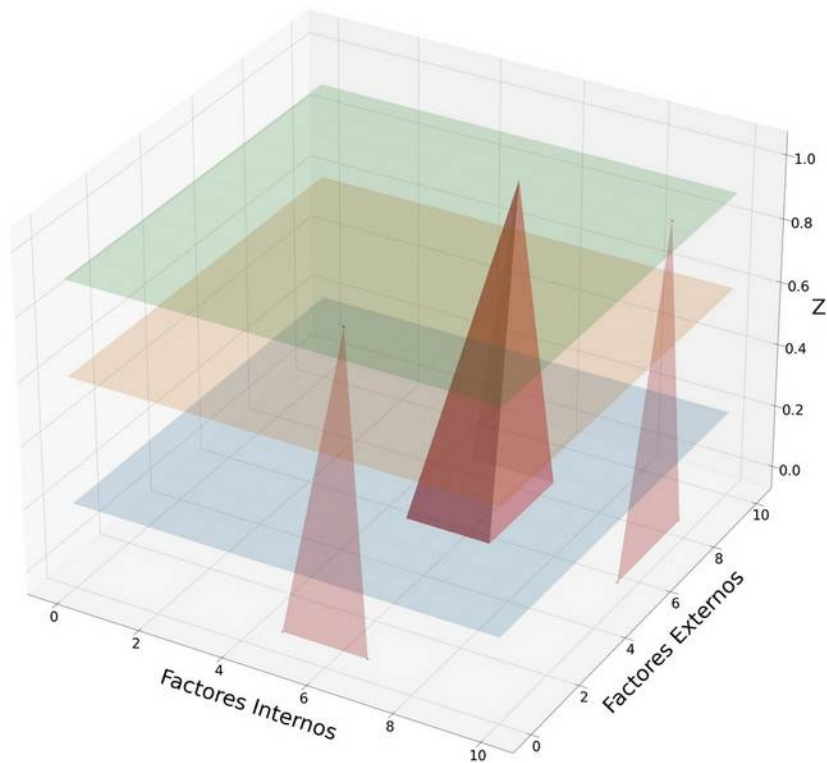
En la figura 31, se observa el proceso de Fuzzificación. Se compone de tres ejes, el X son los factores internos, el Y los externos y el Z el valor de la representa la función de pertenencia. Se Equiparan los planos paralelos al XY a fin de determinar superficies de intersección.

Por cada una de las combinaciones entre un factor interno y otro externo, se realizará este proceso.

El proceso de Fuzzificación obedece a la siguiente estrategia,

$$\mu_s(x, y) = \min\{\mu_I(x), \mu_E(Y)\}$$

Puede denominarse fuzzificación por mínimo, lo que permite que las características de ambos factores internos y externos se encuentren incorporados simultáneamente, en la nueva función.



**Figura 31. Proceso de Fuzzificación de una estrategia**

Posterior a realizar la intersección con el plano de incertidumbre, se obtienen los rectángulos de la figura 32. Por cada uno de estos rectángulos, se calcula el equivalente al centro de masa en física, con la siguiente ecuación.

$$x_{cm} = \frac{x_{max} + x_{min}}{2} \quad y_{cm} = \frac{y_{max} + y_{min}}{2}$$

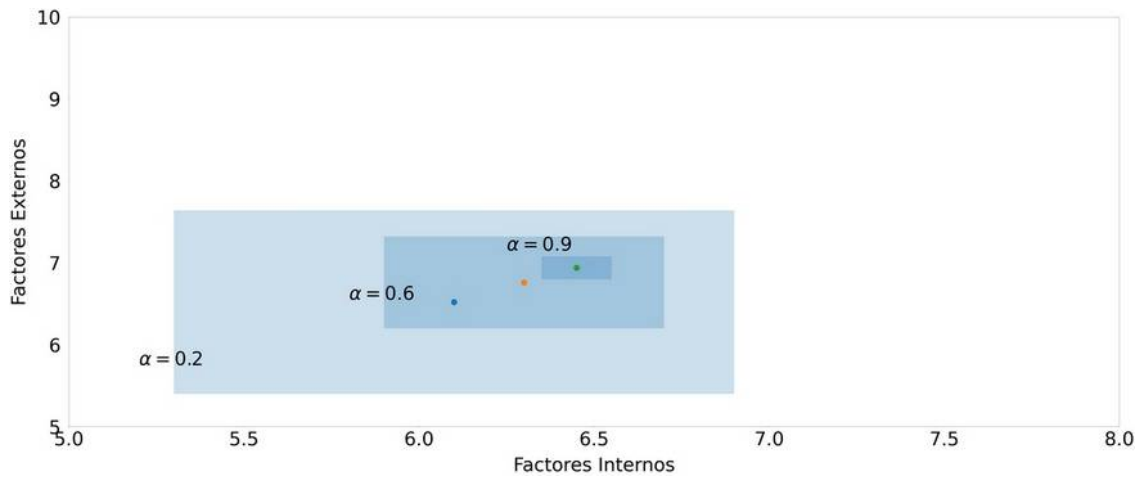
A continuación se define un índice de priorización o coeficiente de cercanía

$$c_j, \alpha = \frac{d_j^{-s}}{d_j^{-s} + d_j^{+s}} \quad \forall \alpha_i, j = 1..N_e \times N_i$$

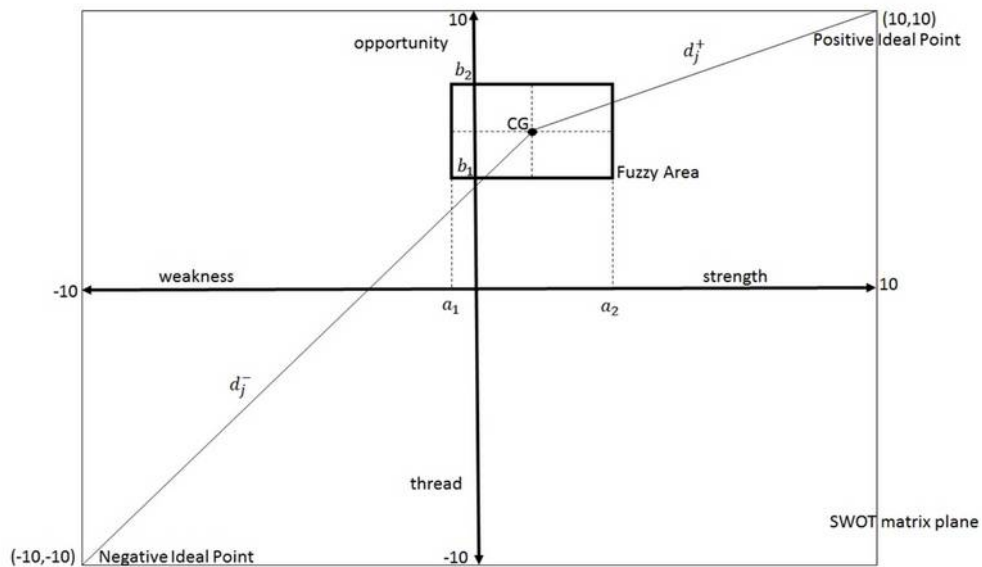
Es decir cada una de las intersecciones de factores internos y externos en en cada uno de los planos tendrá su coeficiente de cercanía. Es necesario que definir más valores,  $d_j^{-s}$  es la distancia desde el punto menos óptimo (-10,-10), es decir, debilidad-amenaza y  $d_j^{+s}$  es la distancia desde el punto óptimo al centro de masa

$$d_j^{-s} = \sqrt{(-10 - x_{cm})^2 + (-10 - y_{cm})^2}$$

$$d_j^- = \sqrt{(10 - x_{cm})^2 + (10 - y_{cm})^2}$$



**Figura 32, rectángulos del proceso de defuzzyficación de una estrategia**



**Figura 33. Descripción Geométrica del coeficiente de cercanía**

Llegado a este punto, comienza el bagaje de programación, en base a la bibliografía, el autor ha diseñado un algoritmo en Python que carga los Factores Internos, los compara con los Externos y efectúa la ponderación de estrategias mediante lógica difusa. El resultado de las estrategias jerarquizadas, se exporta con formato CSV. El Código se encuentra en el anexo de manera parcial por consideraciones de extensión del trabajo y se detalla en su totalidad el repositorio de acceso publico para su libre acceso y utilización bajo licencia GPL V2.0.

### 5.2.3.2.- Repositorio del Código Fuente

El código fuente del Software diseñado para modelizar la matriz FODA con la metodología mencionada, puede ser hallado el repositorio del autor, siendo el mismo de acceso publico mediante licencia GPL.

<https://github.com/schiodin8622/SWOT-Modelado-Fuzzy>

Se describe brevemente el concepto de licencia GPL (General Public License) también denominada CopyLeft. Es aquella licencia que garantiza a los usuarios finales la posibilidad de editar o emplear el código fuente sin pago de Royalties y a la vez lo protege de intentos de apropiación de terceros que restrinjan dichas libertades a nuevos usuarios cada vez que la copia es distribuida. Asimismo permite el uso comercial, desde la perspectiva de implementarse en una solución o consultoría, siempre y cuando se especifique la autoría del código.

### 5.2.3.3.- Planteamiento de Factores Internos y externos

#### Factores Internos

Se describen una seria de factores internos, que afectan a la organización y se encuentran ponderados con una función de pertenencia lineal, es decir se necesitarán tres puntos de definición, el pesimista, el probable y el óptimo. De esta manera se observa que el algoritmo permite trabajar en cierta forma con la imprevisibilidad del mercado.

Id	Descripción	Valor Pesimista	Valor Probable	Valor Optimo
1	Capacidad Tecnológica	6.8	7.5	8
2	Capacidad Productiva	5	5.5	9
3	Ciclos de Diseño Lentos	-8	-7	-5
4	Falta de Publicidad	-6	-4	-3
5	Ciclo de Capacitación De Personal	-9	-7	-6
6	Trabajo En Equipo	7	7.8	9

#### Factores Externos

Nuevamente se repite el esquema, esta vez con los factores externos a la organización realizando la correspondiente cuantificación. Cabe aclarar que si bien los parámetros ingresados son cuantitativos, los mismos están basados en referencia a una consideración subjetiva del estrategia, no exenta de error.

<b>Id</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor Pesimista</b>	<b>Valor Probable</b>	<b>Valor Optimo</b>
1	Integración Horizontal	-3	2	6
2	Poder de los clientes	-4	-2	1
3	Barreras en Importaciones de productos	-1	3	6
4	Producto en el mercado de elevado Valor	4	5	8
5	Amenazas de Competidores Posicionados	-9	-7	-6
6	Poder de los proveedores	-2	3	4

La ventaja que presenta la presente técnica es poder trabajar con grandes volúmenes de factores internos y externos, analizar las combinaciones y ponderaciones de manera automática para evaluar los distintos escenarios de estrategias

### **5.2.4.- Estrategias Competitivas resultado del análisis**

#### **FODA**

Para el análisis, se utiliza el Anexo II, es decir la salida del algoritmo. Son de vital importancia los primeros elementos de la tabla y los últimos, los primeros son la zona de oportunidad-fortaleza, permiten desarrollar estrategias ofensivas(expansivas), mientras que los últimos son estrategias defensivas. Asimismo, no necesariamente todas las intersecciones entre los factores internos y externos otorgan una estrategia, aquí también juega en sentido común del analista, tal como se planteó para la cuantificación de las funciones de pertenencia

#### **5.2.4.1.- Estrategias Expansivas**

Las estrategias expansivas, son las que se producen en el cuadrante I, de Fortaleza-oportunidad, se mencionan las primeras cuatro. En relación al punto expuesto el ítem anterior, en el elemento, si bien ha sido ponderado por el algoritmo, no tiene correlato lógico para el análisis de estrategia. Nuevamente considerar que intersección de factores internos y externos presenta correlato para trazar una estrategia es un factor que depende del analista y/o estrategia

Al menos existen tres posibles estrategias de expansión:

<b>N</b>	<b>Factor Interno</b>	<b>Factor Externo</b>	<b>Estrategia</b>
1	Trabajo En Equipo	Producto en el mercado De elevado Valor	Mejora de productividad a través de trabajo en equipo, Lo cual permite reducir márgenes y ganar mercado
2	Capacidad Tecnológica	Producto en el mercado De elevado Valor	Reinversión en tecnología para desarrollar Nuevos nichos
3	Capacidad Productiva	Producto en el mercado De elevado Valor	Reinversión en Maquinaria que permita Reducir el costo de ensamble
4	Trabajo En Equipo	Barreras en Importaciones de productos	No Posee Correlato Lógico

- **Mejora de Productividad a través de trabajo en Equipo** : Aquí la clave es desarrollar metodologías de trabajo tipo Lean(Ágiles) para mejorar la salida de productos utilizando la sinergia de equipo. Hablar sobre la implementación en una organización de una metodología Lean es de por si puede ser objeto de un trabajo completo del mismo tenor que el presente, se menciona dentro de las estrategias de la empresa propuesta simplemente a titulo ilustrativo.
- **Reinversión en tecnología para generar nuevos nichos:** Este esquema se basa en el concepto de Bootstrapping, para utilizar los recursos obtenidos de los altos márgenes de los productos en explorar mas nichos de alto valor agregado. Un ejemplo tangible, puede ser invertir en desarrollo de medición de humedad por ondas electromagnéticas, un método superior y mas sofisticado que el convencional de microondas mencionado. Esto puede posicionar en una posición privilegiada respecto de la competencia
- **Reinversión en maquinaria para mejorar productividad:** Es otra variante del Bootstrapping, se invierte en mayor capacidad de producción y se logra disminución del costo de producción llegando a más mercado. Se debe aclarar que presenta un riesgo considerable debido a las oscilaciones actuales de los ciclos productivos en la región. Es posible realizar la siguiente deducción lógica para argumentar la hipótesis anterior, mayor capacidad producción implica mayor estructura, mayor estructura implica costos marginales mas alto, lo cual se traduce en una mayor barrera para salir del mercado, aquí subyace el punto débil de la presente estrategia.

#### **5.2.4.2.- Estrategias Defensivas**

Las intersecciones de factores internos y externos que presentan los menores valores de índices de cercanía, también presentan cobran gran importancia, ya que definen estrategias del tipo defensivas para prever escenarios, por un decir de “Tormenta Perfecta”. Se procede de la misma manera que con los resultados del punto anterior y eliminando aquellos que no posean correlato. Como en última parte del listado hay mayor cantidad de factores sin correlato entre sí, además que ciertas combinaciones permisibles son de interés para el análisis estratégico, se describen las 8 intersecciones del final, invirtiendo el orden de jerarquía. La inversión es precisamente por lo expuesto previamente, menor índice Cij es mas cerca del extremo Debilidad-Amenaza.

Ítem	Factor Interno	Factor Externo	Estrategia
1	Ciclo de Capacitación De Personal	Amenazas de Competidores Posicionados	Sin Correlato
2	Ciclos de Diseño Lentos	Amenazas de Competidores Posicionados	Sin Correlato
3	Falta de Publicidad	Amenazas de Competidores Posicionados	Desarrollo de estrategias de captación de Clientes grandes actualmente "Fidelizados " de La competencia
4	Ciclo de Capacitación De Personal	Poder de los clientes	Sin Correlato
5	Ciclos de Diseño Lentos	Poder de los clientes	Sin Correlato
6	Falta de Publicidad	Poder de los clientes	Inversión En Marketing segmentado
7	Ciclo de Capacitación De Personal	Integración Horizontal	Inversión en capacitación de partes de Polos tecnológicos
8	Ciclos de Diseño Lentos	Integración Horizontal	Búsqueda de Partner o Outsourcing De diseño

Las estrategias defensivas se pueden definir como:

- Captación de Clientes Fidelizados a la competencia:** Se plantea una alternativa a la problemática de poca publicidad y amenazas de competidores focalizando una estrategia agresiva de captación de clientes "Fidelizados" Un ejemplo puede ser colocar sensores o equipamiento que mejoren el proceso, en forma de "Comodato" o realizar fuertes descuentos. En caso de contar con un fuerte apalancamiento financiero, se podría a trabajar con un cliente emblemático casi al costo para ganar una cuota de mercado y lo mas importante "Reputación". Lo importante es que el cliente fidelizado perciba nuestra ecuación de valor ofrecida superior que la de la competencia.
- Inversión en marketing segmentado:** Como bien se explicó en las fuerzas de Porter, los clientes en este rubro tienen gran poder de compra, porque son pocos, más grandes y cuentan con mucho más recursos que la empresa que ofrece el producto. Por tal motivo se pueden iniciar campañas basadas en segmentación sobre sitios web de agro, revistas sobre tecnología agrícola-ganadera, e inclusive redes sociales. Mediante el proceso de segmentación hacia aquellos usuarios que buscan temas relacionados tecnología en conservación de granos, es posible que les aparezcan esas "Milagrosas ofertas", léase "justo lo que estabas buscando", Gracias a la IA.

Una nota importante sobre este último tema de I.A. y publicidad en redes sociales, el autor sugiere la lectura de Homo Deus de Yuval Noah Harari y vigilancia líquida de Zygmunt Bauman.

- **Capacitación mediante outsourcing de polos tecnológicos:** Para una empresa ubicada entre dos polos tecnológicos, San Nicolás y Rosario, es relativamente fácil acceder a capacitación y profesionales de algunas de las áreas mencionadas para lograr compensar la lentitud de capacitación del personal. Además en lo referente a sistemas, es posible realizar cursos a través de portales desarrollo de software como educación IT, Pack Publishing (el autor del presente trabajo recomienda este último), Platzi entre otros. El sector de Software es más fácil de capacitar que los sectores de Hardware, esto es debido al tiempo que conlleva formar personal para la operación de equipamientos robóticos Pick Place para el ensamblaje de las placas de circuito impreso, que esencia son las bases para los equipos de termometría.
- **Búsqueda de Partner de Diseños:** La solución del problema de recursos humanos en el sector de diseño y en búsqueda de integración horizontal puede ser resuelto fortaleciendo la integración mediante un Outsourcing de diseño. Se recomienda un fuerte asesoramiento legal y conformación de contratos de Confidencialidad con el Proveedor de los diseños.

### **5.2.5.- Pasos para la certificación del producto**

La primer cuestión es cuales elementos certificar dentro del sistema de Termometría. Ya que lo componen dos partes importantes, una es la Sonda de medición y otra son dos equipos el conmutador y la Unidad de Control. Partiendo inicialmente de las Sondas, las cuales se están sujetas a elevadas tensiones mecánicas, se puede emplear la norma ISO 527-4 la cual utiliza ensayos de tracción de materiales.

Por otro lado se ubica el equipamiento electrónico, que puede ser ensayado en un laboratorio de metrología. Actualmente el INTI cuenta con su laboratorio de termodinámica, el cual podría ensayar el sistema electrónico. A través de una consulta con los técnicos del INTI, han expuesto que en el instituto se calibra el equipo, pero no se certifica el producto. Sin ingresar en detalle sobre en los procesos de calibración de equipos de termocuplas, su curva de respuesta de tensión en función de temperatura es casi lineal. Precisamente el último termino “Casi” es en realidad un aforismo, ya que se aproximan con polinomios de 4 orden con coeficientes muy pequeños en los términos cuadráticos, cúbicos y de orden superior. Por lo tanto la calibración va a ser válida para un solo producto que efectúe la medición y control de proceso, pero no para linea de producción.

Hay dos normas que necesitan ser certificadas para que el producto pueda ser considerado de uso seguro

- **IRAM 2444, IEC 60529:1989**

La presente norma es una regla de oro para todo dispositivo eléctrico y define el nivel de seguridad eléctrica, se denomina con dos números IP[XY], donde X Varía entre 0 y 6 e Y entre 0 y 5. El primer número representa el nivel de imposibilidad de intrusión de objetos y el segundo representa en nivel de ingreso de agua.

<b>Nivel</b>	<b>Tamaño del objeto entrante</b>	<b>Efectivo contra</b>
<b>0</b>	—	Sin protección
<b>1</b>	<50 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 50 mm de diámetro) no debe llegar a entrar por completo.
<b>2</b>	<12.5 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 12,5 mm de diámetro) no debe llegar a entrar por completo.
<b>3</b>	<2.5 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 2,5 mm de diámetro) no debe entrar en lo más mínimo.
<b>4</b>	<1 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 1 mm de diámetro) no debe entrar en lo más mínimo.
<b>5</b>	Protección contra polvo	La entrada de polvo no puede evitarse, pero el mismo no debe entrar en una cantidad tal que interfiera con el correcto funcionamiento del equipamiento.
<b>6</b>	Protección completa contra polvo	El polvo no entra bajo ninguna circunstancia.

La primer tabla indica el nivel de intrusión de Objetos y la segunda tabla el de ingreso de Agua. Para conocimiento de valores de equipos de utilización industrial, un motor trifásico que este expuesto a polvo y humedad, puede tener un grado de IP55. Un controlador Lógico Programable que se encuentra dentro de un gabinete especializado, un grado IP20, debido a que el gabinete exterior lo protege.

<b>Nivel</b>	<b>Protección frente a</b>	<b>Método de prueba</b>	<b>Resultados</b>
<b>0</b>	Sin protección.	Ninguno	El agua entrará en el equipamiento en poco tiempo.
<b>1</b>	Goteo de agua	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua cuando se la deja caer, desde 200 mm de altura respecto del equipo, durante 10 minutos (a razón de 3-5 mm <sup>3</sup> por minuto)
<b>2</b>	Goteo de agua	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua cuando se la deja caer, durante 10 minutos (a razón de 3-5 mm <sup>3</sup> por minuto). Dicha prueba se realizará cuatro veces a razón de una por cada giro de 15° tanto en sentido vertical como horizontal, partiendo cada vez de la posición normal de trabajo.
<b>3</b>	Agua nebulizada. (spray)	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua nebulizada en un ángulo de hasta 60° a derecha e izquierda de la vertical a un promedio de 11 litros por minuto y a una presión de 80-100 kN/m <sup>2</sup> durante un tiempo que no sea menor a 5 minutos.
<b>4</b>	Chorros de agua	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua arrojada desde cualquier ángulo a un promedio de 10 litros por minuto y a una presión de 80-100 kN/m <sup>2</sup> durante un tiempo que no sea menor

			a 5 minutos.
5	Chorros de agua.	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua arrojada a chorro (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 6,3 mm de diámetro, a un promedio de 12,5 litros por minuto y a una presión de 30 kN/m <sup>2</sup> durante un tiempo que no sea menor a 3 minutos y a una distancia no menor de 3 metros.
6	Chorros muy potentes de agua.	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua arrojada a chorros (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 12,5 mm de diámetro, a un promedio de 100 litros por minuto y a una presión de 100 kN/m <sup>2</sup> durante no menos de 3 minutos y a una distancia que no sea menor de 3 metros.
7	Inmersión completa en agua.	El objeto debe soportar, sin filtración alguna, la inmersión completa a 1 metro durante 30 minutos.	No debe entrar agua.

Por lo general, con que el equipo cuente con un nivel IP 64 basta para la certificación si es externo o bien IP 20 si es interno. Para el diseño convendrá que el medidor se encuentre dentro de un tablero estanco en las partes superiores, es decir el conmutador con IP 64/65 y el medidor dentro del tablero interno a nivel de piso, podría contar con IP42. Vale decir que mientras mas elevado es el nivel de protección eléctrica y/o de ingreso de líquidos, mayor es el costo del equipamiento, matricería, cuidados en el ensamblaje, etc.

Ahora bien, yendo al inciso principal sobre el problema que se presentó en el INTI relacionado a la certificación del equipo, todos los equipos que salgan de la línea de producción

tienen que estar calibrados con trazabilidad para la medición de temperatura, además de certificados para el rango específico de medición. Con esta consideración, la empresa deberá crear un laboratorio de calibración de temperatura y certificar dicho laboratorio, eso suma una barrera más de ingreso al mercado. La otra opción es a través de un laboratorio tercero certificar cada uno de los productos que salgan de la línea de ensamble, lo cual es prácticamente inviable desde el factor logístico y económico. No es el objetivo del presente trabajo final indagar sobre la creación del laboratorio de calibración o una terciarización en la hipotética empresa que diseñe el sistema de termométrica, mas bien se plantean los lineamientos para la certificación del equipo.

Respecto de la certificación del laboratorio de temperatura, se rige bajo la norma IRAM ISO/IEC 17025:2017, el contenido de la misma es de libre acceso mediante el siguiente link: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/doc22.pdf>

La norma describe las características generales de un laboratorio de calibración. Particularmente el punto A.3 de la página 29 menciona las condiciones de trazabilidad en forma genérica, sin entrar al detalle del patrón de temperatura.

Resumiendo los pasos de certificación, es necesario validar el nivel de protección eléctrica mediante la norma IEC 60529:1989 o su equivalente de IRAM 2444, aclarando que IRAM es válido para el Mercosur. Respecto de la certificación de la medición de temperatura, será necesario establecer un laboratorio de calibración de temperatura dentro de la empresa que fabrique el equipamiento y validarlo mediante la IEC 17025:2017. De esta manera todo equipamiento que salga de la línea pasa por un proceso de calibrado emitido por el mismo laboratorio de la fábrica, con su aval y trazabilidad correspondiente.

#### **5.2.4.- Conclusiones sobre análisis del producto y mercado**

Considerando el producto “Sistema de termometría en Silo” y la empresa que lo desarrolla, es posible cotejar que si bien es un equipo que requiere demanda actualmente en el mercado, no se encuentra dentro del tope de gama de los equipos de mayor valor agregado. Es posible generar interesantes márgenes de ganancia, sin embargo se está compitiendo contra empresas sumamente posicionadas en el mercado con clientes específicos, que en su mayoría se accede por contactos o bases de datos especializadas.

Se encuentran actualmente ciertas ventajas en lo que corresponde a barreras de importaciones de productos de competencia extranjera, estas restricciones no serán eternas, y la empresa debe estar preparada para un eventual aluvión de ofertas de equipamiento extranjero con certificación.

Una consideración final sobre la estrategia y el posicionamiento puede ser emplear el desarrollo de equipamiento de termometría como método acumulación de capital (Boostrapping) para luego migrar a equipos de mayor valor agregado y tecnología, como se ha expresado previamente en la sección correspondiente.

## **6.- Conclusiones Finales**

### **“Un Viaje de Mil millas comienza con un Solo Paso” Lao Tse**

Una apropiada frase de describir la conclusión sobre el presente trabajo, una confesión personal del autor es que luego del proyecto final que realizó en 2009 con el cual concluyó su carrera de formación de Ingeniero Electrónico, ha sido uno de los trabajos que más rigor y esfuerzo académico le ha requerido, habiendo dado lo mejor, muchas veces compartiendo información confidencial de algoritmos y/o equipos que han sido desarrollados por su firma a lo largo de estos años.

Continuando con el epílogo, a partir del planteamiento de una problemática de la aplicación de sistemas de gestión de calidad en el acopio de granos, se pudo describir con detalle las diversas metodologías pasando por la implementación física hasta la estructura de la información en las bases de datos. Asimismo se sugirieron los lenguajes a emplear junto con lineamientos sobre la arquitectura de sistemas ERP actuales basados en aplicaciones Web. Desde un enfoque de costos, se evaluó la implementación física en una planta “prototipo” de 14.000 toneladas de sistemas de termometría, medición de humedad y cubicaje automático.

En la segunda parte del trabajo, desde la perspectiva de un fabricante de equipamiento electrónico que se lanza al mercado de la termometría en silos, se planteó una matriz FODA junto con las fuerzas de Porter para analizar un posicionamiento tanto de la empresa como del producto.

A fin de aportar nuevo conocimiento en lo que respecta a la implementación de las matrices FODA y las estrategias de decisión, el autor implementó un algoritmo en Python basándose en el concepto de lógica difusa para procesar de una mejor manera sistemas o fenómenos donde la determinación de las variables no se puede realizar por métodos de lógica clásica. El algoritmo desarrollado se muestra en los anexos y se encuentra subido en nube en el repositorio del autor para uso público mediante licencia GPL V2.0.

## **7.- Bibliografía**

### **7.1- LIBROS**

AAKER, D.A. (1987). *Management estratégico del mercado*. Ed. Hispano Europea. ESADE. Bilbao.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. – FERNÁNDEZ COLLADO, C. – BAPTISTA LUCIO, P. (2014) *Metodología de la Investigación*. 6ª edición. Ed. McGraw-Hill Education, México.

HOYLE, DAVID (2011). “*ISO 9000 Quality Systems Handbook*”, Editorial Routedledge. Londres, Reino Unido.

LAMBIN, J.J. (1995). *Marketing Estratégico*. Editorial Mc. Graw Hill, tercera edición . Madrid.

MCNEILL MARTIN, THRO ELLEN(1994). *Fuzzy Logic: A Practical Approach 1St Edition*, Editorial Morgan Kaufmann Pub.

PORTER, MICHAEL(1982) . *Estrategia Competitiva*. Editorial Continental, México.

### **7.2- PUBLICACIONES**

HELMS, M.M.; NIXON, J. (2010). *Exploring SWOT analysis—Where are we now: A review of academic research from the last decade*. Journal of Strategic. Management 3, 215–251

SEDDON, JOHN (1997), *Ten arguments against ISO 9000, Managing Service Quality: An International Journal, Vol. 7 No. 4, pp. 162-168*, Emerald Publishing Limited. Bingley, Reino Unido

TAGHAVIFARD, MOHAMMAD TAGHI, (2018) *Extension of Fuzzy SWOT Analysis: An Application to Information Technology*. Editorial MDPI, www.mdpi.com, Basilea, Suiza.

## 8. Anexos

### 8.1 Anexo I – Códigos Fuente

Generación de Intersección Factor Interno & Externo Mediante Lógica difusa

```
#!/usr/bin/env python3
# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Created on Mon Aug 29 13:07:55 2022

@author: seba
    Análisis FODA Implementado con Lógica Difusa

    Construcción de proceso de Fuzzificación
    de Un Factor Interno y otro Externo

--- Alea iacta Est ---
"""

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.figure as mfig
import math;
from mpl_toolkits.mplot3d import axes3d
from mpl_toolkits.mplot3d.art3d import Poly3DCollection
from matplotlib import style
from matplotlib.patches import Rectangle

#Nota sobre los valores:
#Un array de tres elementos, pesimista, probable, optimista
#-10: (Minimo: ya sea debilidad o amenaza)*
#+10: (Maximo ya sea fortaleza o )*

#Factor Interno
fact_int = np.array([5,6.5,7]);

#Factor Externo
fact_ext = np.array([5,7,7.8]);

#Niveles de convulsión del mercado
#mas cerca a 0, hay mas inestabilidad y tengo mas margen para operar
#1, estabilidad total, el margen de estimación disminuye
alfa= np.array([0.2,0.6,0.9]);

#Constantes de altura de la función triangular
z_triag = np.array([0,1,0]);

#Arrays utilizado para las proyecciones ortogonales
#de la
y_cte = np.array([0,0,0]);
x_cte = np.array([10,10,10]);
```



```

#Cara Pirámide 3

#Triangulo dado por la terna
# Xmax,Ymin, 0; Xmax,Ymax, 0, 0; Xpr,
#Nota: pr = probable
vert_c3 = [[tuple(p3),tuple(p4),tuple(p5)]]
#vert_caral= vert_cl.tolist();

srf_cara3_piramide = Poly3DCollection(vert_c3, alpha=0.1, facecolor='#600000')

#Cara Pirámide 4

#Triangulo dado por la terna
# Xmax,Ymin, 0; Xmax,Ymax, 0, 0; Xpr,
#Nota: pr = probable
vert_c4 = [[tuple(p4),tuple(p1),tuple(p5)]]
#vert_caral= vert_cl.tolist();

srf_cara4_piramide = Poly3DCollection(vert_c4, alpha=0.01,
facecolor='#600000')

#descripción de Alfa
# Son planos de ecuación z= alpha (Paralelo al XY)

# diagrama de las superficies 3D con
#srf = Poly3DCollection(verts, alpha=.25, facecolor='#800000')
srf_fact_int = Poly3DCollection(vert_fact_int, alpha=.25, facecolor='#900000')
srf_fact_ext = Poly3DCollection(vert_fact_ext, alpha=.25, facecolor='#900000')
#Nota: este Alfa es distinto del color, es
#nivel del transparencia de la forma 3D

# 3. add polygon to the figure (current axes)
#plt.gca().add_collection3d(srf)
plt.gca().add_collection3d(srf_fact_int)
plt.gca().add_collection3d(srf_fact_ext)
plt.gca().add_collection3d(srf_caral_piramide)
plt.gca().add_collection3d(srf_cara2_piramide)
plt.gca().add_collection3d(srf_cara3_piramide)
plt.gca().add_collection3d(srf_cara4_piramide)
#Remarco la cara frontal con mas Alfa
plt.gca().add_collection3d(srf_caral_piramide)

#Planos de intersección Alfa

# create x,y
xx, yy = np.meshgrid(range(0,11), range(0,11))

# calculate corresponding z
z0 = 0.0*xx + 0.0*yy + alfa[0]
z1 = 0.0*xx + 0.0*yy + alfa[1]
z2 = 0.0*xx + 0.0*yy + alfa[2]

```

```

#Todo Corregir el Z
plt.gca().plot_surface(xx, yy, z0, alpha=0.2)
plt.gca().plot_surface(xx, yy, z1, alpha=0.2)
plt.gca().plot_surface(xx, yy, z2, alpha=0.2)

custom.set_xlabel('Factores Internos', fontsize=54, labelpad=40)

custom.set_ylabel('Factores Externos', fontsize=54, labelpad=40)
custom.set_zlabel('Z', fontsize=54, labelpad=40)
custom.zaxis.set_tick_params(labels=35, pad=20)

plt.xticks(fontsize=35)
plt.yticks(fontsize=35)

plt.show()

#Bien Ahora tengo que crear el segundo plot con las intersecciones

#Calculo de xmin, ymin, xmax, ymax

#Las base del triangulo es
#A Peor de los casos
#B Probable
#C Mejor de los Casos
#alfa: plano de corte

#xmin = A + alfa * (B-A)
#xmax = C - alfa * (C-A)

plt.figure(2, figsize=(100, 40))

plt.xticks(fontsize=100)

plt.yticks(fontsize=100)

for tick in plt.gca().get_xaxis().get_major_ticks():
    tick.set_pad(20.)

for tick in plt.gca().get_yaxis().get_major_ticks():
    tick.set_pad(40.0)

for i in range(len(alfa)):
    print ("Iteracion " + str(i) + " Alfa = " + str(alfa[i]))
    xmin = fact_int[0] + alfa[i] * (fact_int[1] - fact_int[0])
    xmax = fact_int[2] - alfa[i] * (fact_int[2] - fact_int[1])
    ymin = fact_ext[0] + alfa[i] * (fact_ext[1] - fact_ext[0])
    ymax = fact_ext[2] - alfa[i] * (fact_ext[2] - fact_ext[1])
    #deltas del rectangulo
    delta_x = xmax - xmin
    delta_y = ymax - ymin
    #calculo de centro de masa de los puntos
    xcm = (xmax + xmin)/2
    ycm = (ymax + ymin)/2
    #Distancias desde los puntos ideales
    dj_optimo = math.sqrt((10-xcm)**2 + (10-ycm)**2 )

```

```

dj_pesimista = math.sqrt((-10-xcm)**2 + (-10-ycm)**2 )

#Coeficiente de cercanía
#Se utiliza para priorizar las
coef_cerc= dj_pesimista/ (dj_pesimista + dj_optimo)

print( "xmin =" + str(xmin))
print( "xmax =" + str(xmax))

print( "ymin =" + str(ymin))
print( "ymax =" + str(ymax))

print( "xcm =" + str(xcm))
print( "ycm =" + str(ycm))

print( "Doptimo =" + str(dj_optimo))
print( "Dpesimista =" + str(dj_pesimista))

print( "Coeficiente de cercania:" + str(coef_cerc))

print( "-----")
#Dibujo el rectangulo con los vertices
rectangulo = [(xmin,ymin), (xmax,ymin), (xmax,ymax), (xmin,ymax)]
plt.gca().add_patch(Rectangle((xmin, ymin), delta_x, delta_y,alpha=0.23))
plt.gca().text(xmin - 0.1 , ymin + 0.35, r'\alpha=$'+str(alfa[i]),
fontsize=100)
#Diagramo los centros de masa
plt.gca().scatter(xcm,ycm,1000)

plt.gca().set_xlabel('Factores Internos',fontsize=100,labelpad=40)
plt.gca().set_ylabel('Factores Externos',fontsize=100,labelpad=40)
plt.xlim([5, 8])
plt.ylim([5, 10])
plt.show()

```

## Clases de Factores Internos y externos

```

#!/usr/bin/env python3
# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Created on Sat Sep  3 13:33:41 2022

@author: seba

Definición de las clases de:
* Factores FODA (Internos y externos)
* Intersección de Fuzzificación (
    Intersecciones de planos Alfa para misma estrategia)
* Estrategia individual (Contenedor de la estrategia con las variantes)
Ing. Sebastian A. Chiodin, Septiembre 2022
"""

import math;

```

```

#Puede ser interno o externo
class factor_foda:

    def __init__(self):
        self.Descripcion="";
        self.interno=False;
        self.id=1;
        self.min = -1.0;
        self.probable=1;
        self.max=2.2
        self.valores:list[float] = [self.min, self.probable, self.max];

    def actualiza_valores(self):
        self.valores:list[float] = [self.min, self.probable, self.max];

#Una Interseccion para un alfa especifico
class intersecc_fuzzy:

    def __init__(self, factor_int:factor_foda,
                 factor_ext:factor_foda, alfa:float):
        self.xmin:float=0;
        self.xmax:float=1.0;
        self.ymin:float=0;
        self.ymax:float=1.0;
        self.xcm:float=1;
        self.ycm:float=2.2
        self.dj_optimo:float=1;
        self.dj_pesimista:float=2.2
        self.cj:float=0.0
        self.alfa:float=alfa
        self.factor_int:factor_foda = factor_int;
        self.factor_int.interno=True;
        self.factor_ext:factor_foda = factor_ext;
        self.factor_int.interno=False;
        self.prioridad:int=1;
        self.porcentaje_cuadrante:list[float] = [0.0, 0.0, 0.0, 0.0];
        self.area = 0.0;

#Cuadrante
#I:      F.O. (Fortaleza, Oportunidad)
#II:     D.O. (Debilidad, Oportunidad)
#III:    D.A. (Debilidad, Amenaza)
#IV:     F.A. (Fortaleza, Amenaza)
def limita_area_cuadrante(self, cuadrante:int)->float:
    valor=0.0;

    xmin =self.xmin;
    ymin = self.ymin;

    xmax=self.xmax;
    ymax= self.ymax;

    if(cuadrante<1):
        cuadrante=1;

    if(cuadrante>4):
        cuadrante =4;

```

```

#Cuadrante I
#Solo x>=0 e y>=0
if (cuadrante ==1):
    if (xmin<=0):
        xmin=0;

    if (xmax<=0):
        xmax=0;

    if (ymin<=0):
        ymin=0;

    if (ymax<=0):
        ymax=0;

#Cuadrante II
#Solo x<=0 e y>=0
if (cuadrante ==2):
    if (xmin>=0):
        xmin=0;

    if (xmax>=0):
        xmax=0;

    if (ymin<=0):
        ymin=0;

    if (ymax<=0):
        ymax=0;

#Cuadrante III
#Solo x<=0 e y<=0
if (cuadrante ==3):
    if (xmin>=0):
        xmin=0;

    if (xmax>=0):
        xmax=0;

    if (ymin>=0):
        ymin=0;

    if (ymax>=0):
        ymax=0;

#Cuadrante IV
#Solo x>=0 e y<=0
if (cuadrante ==4):
    if (xmin<=0):
        xmin=0;

    if (xmax<=0):
        xmax=0;

    if (ymin>=0):
        ymin=0;

    if (ymax>=0):

```

```

        ymax=0;

valor = (xmax-xmin)*(ymax-ymin);

return valor;

#Devuelvo el valor mínimo y máximo de la intersección del
#triangulo con
def calcula_interseccion(self,abcisas:list[float], alfa:float)->list[float]:
    resultado= [0.0, 0.0];

    #limito Alfa
    if(alfa<0.0):
        alfa=0.0;

    if(alfa>=1.0):
        alfa=1.0

    val_min = abcisas[0] + alfa* (abcisas[1] - abcisas[0]);
    val_max = abcisas[2] - alfa * (abcisas[2] - abcisas[1]);
    resultado[0] = val_min;
    resultado[1] = val_max;
    return resultado;

def calcula_parametros(self):
    x_lim:list[float] =
self.calcula_interseccion(self.factor_int.valores,self.alfa)
    y_lim:list[float] =
self.calcula_interseccion(self.factor_ext.valores,self.alfa)
    xcm = (x_lim[0] + x_lim[1])/2
    ycm = (y_lim[0] + y_lim[1])/2
    #Distancias desde los puntos ideales
    dj_optimo = math.sqrt((10-xcm)**2 + (10-ycm)**2 )
    dj_pesimista = math.sqrt((-10-xcm)**2 + (-10-ycm)**2 )

    #Coeficiente de cercania
    #Se utiliza para priorizar las
    coef_cerc= dj_pesimista/ (dj_pesimista + dj_optimo)

    #Asigno los valores en la clase
    self.xmin:float=x_lim[0];
    self.xmax:float=x_lim[1];
    self.ymin:float=y_lim[0];
    self.ymax:float=y_lim[1];
    self.xcm:float=xcm;
    self.ycm:float=ycm
    self.dj_optimo:float=dj_optimo;
    self.dj_pesimista:float=dj_pesimista
    self.cj:float=coef_cerc;
    #Calcula los porcentajes en cuadrantes
    area = (self.xmax-self.xmin) * (self.ymax-self.ymin)
    self.area = area;

    if(area >= 1e-6):
        for i in range(4):
            area_cuadrante =self.limita_area_cuadrante(i+1);

```

```

        self.porcentaje_cuadrante[i] = 100.0* area_cuadrante/area;

acc2=0.0;
for i in range(4):
    acc2+=self.porcentaje_cuadrante[i];

#print(acc2);
#print(self.xcm);
#print(self.ycm);

#Nota Para el calculo de las prioridades
#Tengo que comparar las mismas en función del mismo Alfa
#Y luego ponderarlas
#EJ. PRIORIZO TODAS LAS DE 0.1 luego las de 0.6 y luego las de 0.9

#Tiene todas las variantes de las estrategia
class c_estrategia:

    def __init__(self, factor_int:factor_foda,
                 factor_ext:factor_foda, alfa:list[float]):
        self.factor_int:factor_foda = factor_int;
        self.factor_int.interno=True;
        self.factor_ext:factor_foda = factor_ext;
        self.factor_int.interno=False;
        self.alfa=alfa;
        self.prioridadPonderada=1;
        self.prioridadTotal=1;
        self.intersecciones:list[intersecc_fuzzy]=[];
        self.numFcInt=factor_int.id;
        self.numFcExt=factor_ext.id;
        self.area_cuadrante_ponderada:list[float]=[0.0, 0.0, 0.0, 0.0];
        self.area_ponderada:float = 0.0;

        cantidad = len(alfa);
        #Cargo todas las intersecciones de la presente
        #Estrategia
        for i in range(cantidad):
            self.intersecciones.append(intersecc_fuzzy(
                factor_int, factor_ext,alfa[i]));
        #Una vez cargada, proceso el calculo de parametros
        for i in range(cantidad):
            self.intersecciones[i].calcula_parametros();

        #Calculo Prioridad Ponderada Y area
        def calcula_prioridad_ponderada(self):
            cant = len(self.alfa)
            acc:float=0.0;
            for i in range(cant):
                acc+=self.intersecciones[i].prioridad
            *self.intersecciones[i].alfa;
                # print(self.intersecciones[i].prioridad);
                # print(self.intersecciones[i].alfa);
            #Calculo la prioridad Ponderada
            self.prioridadPonderada = acc;
            # print ("Prioridad Ponderada: " + str(self.prioridadPonderada));

        #Tengo que calcular el area Ponderada en los cuadrantes
        acc=0.0;

```

```

for i in range(cant):
    acc+=self.intersecciones[i].area *self.intersecciones[i].alfa;

self.area_ponderada = acc;

for i in range(4):
    self.area_cuadrante_ponderada[i] =
self.intersecciones[0].porcentaje_cuadrante[i];
    #Para Contrastar Cuadrantes de decision, tomo el area mas grande
(menor alfa)

    # for i in range(4):
    #     area_abs=0.0;
    #     for j in range(cant):
    #         area_abs +=
self.intersecciones[j].area*self.intersecciones[j].alfa *
self.intersecciones[j].porcentaje_cuadrante[i];
    #     if(self.area_ponderada>=1e-5):
    #         self.area_cuadrante_ponderada[i] = area_abs
/self.area_ponderada;

    #Tengo que devolver este esquema en la fila
    #     header = ["Fila", "Factor Interno", "Factor Exteno", "% Cuadrante
1",
    #                 "% Cuadrante 2", "% Cuadrante 3", "% Cuadrante 4", "P
alpha1",
    #                 "P Alpha2", "P Alpha3", "P ponderada", "Prioridad
Neta"];
    #
def devuelve_fila(self, fila:int):
    lista = [];
    #N de Fila
    lista.append(fila);
    #Factor Interno
    lista.append(self.numFcInt);
    #Factor Externo
    lista.append(self.numFcExt);
    #Areas de Cuadrante
    for i in range(4):
        lista.append(self.area_cuadrante_ponderada[i]);
    #Prioridades por Alfas
    for i in range(len(self.alfa)):
        lista.append(self.intersecciones[i].prioridad);

    #Prioridad Ponderada
    lista.append(self.prioridadPonderada);
    #Prioridad Neta
    lista.append(self.prioridadTotal);

    for i in range(len(self.alfa)):
        lista.append(self.intersecciones[i].cj);

    lista.append(self.factor_int.Descripcion)
    lista.append(self.factor_ext.Descripcion)

return lista;

```

## Programa Principal

```
#!/usr/bin/env python3
# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Created on Fri Sep  2 15:41:15 2022

@author: seba
@author: seba
    Análisis FODA Implementado con Lógica Difusa

    Programa principal

    Parseo de datos de factores internos y externos
    Cargo las clases
    calculo por cada intersección
    Realizo priorización
    Guardo el resultado en un archivo CSV

--- Alea iacta Est ---
"""

from clasesSCH import factor_foda, c_estrategia
from FuncionesCarga import Carga_factores
from FuncionesCarga import imprime_lista
from genEstrategia import genera_lista_estrategia;
from Priorizador import prioriza_estrategias;
from Almacenador import almacena_salida,almacena_salida_inter;

lista_fact_int :list[factor_foda]=[]
lista_fact_ext :list[factor_foda]=[]

alfa=[0.15,0.6,0.9];
lista_estrategias: list[c_estrategia] =[];

archivoSalida:str = "salida.csv"

lista_fact_int = Carga_factores("Factores_internos.csv", True);
print("Factores Internos")
imprime_lista(lista_fact_int)

lista_fact_ext= Carga_factores("Factores_externos.csv", False);

print("")
print("Factores Externos")
imprime_lista(lista_fact_ext)

#Ahora vamos a generar la lista de estrategias
lista_estrategias = genera_lista_estrategia(lista_fact_int,
```

```
lista_fact_ext,  
alfa);  
  
#almacena_salida_inter("salidainter1.csv",lista_estrategias)  
#Realizo priorizacion de Estrategias  
prioriza_estrategias(lista_estrategias)  
#almacena_salida_inter("salidainter2.csv",lista_estrategias)  
  
#Ahora guardo los archivos de las estrategias  
  
almacena_salida(archivoSalida,lista_estrategias);
```

## 8.2 Anexo II

Salida del Tratamiento de las tablas producto del algoritmo

Fila	Factor Interno	Factor Externo	% C1	% C2	% C3	% C4	Prioridad Neta	ci1	ci2	ci3	Factor Interno	Factor Externo
1	6	4	100	0	0	0	1	0,84	0,82	0,81	Trabajo En Equipo	Producto en el mercado de elevado Valor
2	1	4	100	0	0	0	2	0,83	0,82	0,81	Capacidad Tecnológica	Producto en el mercado de elevado Valor
3	2	4	100	0	0	0	3	0,81	0,79	0,77	Capacidad Productiva	Producto en el mercado de elevado Valor
4	6	3	0	0	0	100	4	0,74	0,75	0,75	Trabajo En Equipo	Barreras en Importaciones de productos
5	1	3	0	0	0	100	5	0,73	0,74	0,74	Capacidad Tecnológica	Barreras en Importaciones de productos
6	6	6	0	0	0	100	6	0,70	0,73	0,74	Trabajo En Equipo	Poder de los proveedores
7	1	6	0	0	0	100	7	0,70	0,72	0,74	Capacidad	Poder de los proveedores

Tecnológica

8	6	1	0	0	0	100	8	0,71	0,72	0,72	Trabajo En Equipo	Integración Horizontal
9	2	3	0	0	0	100	9	0,72	0,72	0,71	Capacidad Productiva	Barreras en Importaciones de productos
10	1	1	0	0	0	100	10	0,70	0,71	0,72	Capacidad Tecnológica	Integración Horizontal
11	2	6	0	0	0	100	11	0,69	0,70	0,71	Capacidad Productiva	Poder de los proveedores
12	2	1	0	0	0	100	12	0,69	0,69	0,68	Capacidad Productiva	Integración Horizontal
13	6	2	0	0	0	100	13	0,63	0,62	0,62	Trabajo En Equipo	Poder de los clientes
14	1	2	0	0	0	100	14	0,62	0,62	0,61	Capacidad Tecnológica	Poder de los clientes
15	2	2	0	0	0	100	15	0,61	0,59	0,58	Capacidad Productiva	Poder de los clientes
16	4	4	0	100	0	0	16	0,53	0,52	0,52	Falta de Publicidad	Producto en el mercado de elevado Valor

17	6	5	0	0	0	100	17	0,51	0,51	0,51	Trabajo En Equipo	Amenazas de Competidores Posicionados
18	1	5	0	0	0	100	18	0,50	0,50	0,51	Capacidad Tecnológica	Amenazas de Competidores Posicionados
19	2	5	0	0	0	100	19	0,49	0,48	0,48	Capacidad Productiva	Amenazas de Competidores Posicionados
20	4	3	0	0	100	0	20	0,46	0,47	0,48	Falta de Publicidad	Barreras en Importaciones de productos
21	3	4	0	100	0	0	21	0,49	0,47	0,47	Ciclos de Diseño Lentos	Producto en el mercado de elevado Valor
22	4	6	0	0	100	0	22	0,43	0,45	0,47	Falta de Publicidad	Poder de los proveedores
23	5	4	0	100	0	0	23	0,47	0,47	0,46	Ciclo de Capacitación De Personal	Producto en el mercado de elevado Valor
24	4	1	0	0	100	0	24	0,43	0,45	0,45	Falta de Publicidad	Integración Horizontal
25	3	3	0	0	100	0	25	0,42	0,42	0,42	Ciclos de Diseño Lentos	Barreras en Importaciones de productos

26	5	3	0	0	100	0	26	0,40	0,41	0,42	Ciclo de Capacitación De Personal	Barreras en Importaciones de productos
27	3	6	0	0	100	0	27	0,39	0,41	0,42	Ciclos de Diseño Lentos	Poder de los proveedores
28	5	6	0	0	100	0	28	0,37	0,40	0,42	Ciclo de Capacitación De Personal	Poder de los proveedores
29	3	1	0	0	100	0	29	0,39	0,40	0,40	Ciclos de Diseño Lentos	Integración Horizontal
30	5	1	0	0	100	0	30	0,38	0,39	0,39	Ciclo de Capacitación De Personal	Integración Horizontal
31	4	2	0	0	100	0	31	0,35	0,35	0,35	Falta de Publicidad	Poder de los clientes
32	3	2	0	0	100	0	32	0,31	0,30	0,29	Ciclos de Diseño Lentos	Poder de los clientes
33	5	2	0	0	100	0	33	0,30	0,29	0,29	Ciclo de Capacitación	Poder de los clientes

De Personal

34	4	5	0	0	100	0	34	0,21	0,22	0,23	Falta de Publicidad	Amenazas de Competidores Posicionados
35	3	5	0	0	100	0	35	0,15	0,15	0,15	Ciclos de Diseño Lentos	Amenazas de Competidores Posicionados
36	5	5	0	0	100	0	36	0,13	0,14	0,15	Ciclo de Capacitación De Personal	Amenazas de Competidores Posicionados

## 8.3 Anexo III

Presupuestos Autorizados a divulgación



**Gustavo Benzina**  
**Electrotécnico**


Inscripción al Colegio de Profesionales y Técnicos la Provincia de Santa Fe,  
Distrito II, Delegación Rosario 2-3400-1

---

Villa Constitución, JI Valle 1184

benzinagl@yahoo.com.ar

[www.bse-electro.yolasite.com](http://www.bse-electro.yolasite.com)

 benzinagustavo

Villa Constitución 15 de julio de 2022

ATENCIÓN: SCH SRL

De mi consideración:

Me dirijo a usted para hacerle llegar la OFERTA COMERCIAL, en respuesta al pedido de cotización efectuado.

La Oferta ha sido elaborada a partir de la visita; y contempla la provisión y/o suministro tal como se encuentra descrito en el presente documento.

Para consultas comerciales o técnicas complementarias, tengan a bien contactarse con el Sr. Gustavo Benzina, al teléfono 03400 15504940, quien queda a su entera disposición.

Agradezco la invitación cursada, esperando satisfacer sus expectativas.

Sin otro particular lo saluda cordialmente.




## Gustavo Benzina Electrotécnico

Inscripción al Colegio de Profesionales y Técnicos la Provincia de Santa Fe,  
Distrito II, Delegación Rosario 2-3400-1

Villa Constitución, JJ Valle 1184

benzinagl@yahoo.com.ar

[www.bse-electro.yolasite.com](http://www.bse-electro.yolasite.com)

 benzinagustavo

### 3. Alcance

La siguiente oferta tiene por objeto valorizar el servicio para la instalación de termocuplas para sistema de medición de temperatura.

Las tareas están basadas en la reglamentación AEA 90364 parte 7; sección 771; edición marzo 2006; Protocolo de la resolución de la Superintendencia de Riesgo del Trabajo SRT900/15, ley de Seguridad e Higiene en el trabajo N°19587 y sus decretos PEN N°351/79, 911/96, 617/97, 249/07; Ley de riesgo del trabajo N°24557; Normas IRAM 2071y 2301 Res 92/98 (ex SICyM) y los ensayos de int diferenciales según IEC 61010-01, IEC 61008, IEC 61009, IEC 61557-6, IEC 60364.

### 4. Descripción de tareas

Por cada uno de los silos, el trabajo del contratista es el siguiente:

- Trabajo en altura a 14 mts de altura, colocación de las sondas sobre el techo del silo, estando el mismo descargado
- Abulonado de las chapas de soporte al techo y sellado con silastix o similar para evitar ingreso de agua.
- Instalación del tablero conmutador sobre el tope superior del cono.
- Cablear alimentación 220 Vac desde la base del silo al Cono.
- Conectar las termocuplas al tablero, se recomienda utilizar conectores radiales tipo Industrial, ejemplo Amphenol MP-4101-37P

### 5. Valoración

- Por la provisión de mano de obra son \$140000 + iva por silo de 1000 Ton
- Por la provisión de mano de obra son \$280000 + iva por silo de 5000 Ton
- El presupuesto no contempla la provisión de materiales.



## Gustavo Benzina Electrotécnico

Inscripción al Colegio de Profesionales y Técnicos la Provincia de Santa Fe,  
Distrito II, Delegación Rosario 2-3400-1

---

Villa Constitución, JJ Valle 1184

benzinagl@yahoo.com.ar

[www.bse-electro.yolasite.com](http://www.bse-electro.yolasite.com)



benzinagustavo

### 6. Validez de la oferta

Validez de la oferta 5 días a partir de la fecha de presentación.

Forma de pago: 50% al comienzo de la obra. 50% al finalizar.

En el caso de que sea abonado en valores, la fecha de cobro no deberá exceder de los 30 días.

Excediendo esta fecha, deberá abonarse un interés del 10% sobre el valor de la factura.

Gustavo Benzina  
Electrotécnico  
ICPT 2-340-1



## Gustavo Benzina Electrotécnico


Inscripción al Colegio de Profesionales y Técnicos la Provincia de Santa Fe,  
Distrito II, Delegación Rosario 2-3400-1

---

Villa Constitución, JJ Valle 1184

benzinagl@yahoo.com.ar

[www.bse-electro.yolasite.com](http://www.bse-electro.yolasite.com)

 benzinagustavo

Villa Constitución 15 de julio de 2022

ATENCIÓN: SCH SRL

De mi consideración:

Me dirijo a usted para hacerle llegar la OFERTA COMERCIAL, en respuesta al pedido de cotización efectuado.

La Oferta ha sido elaborada a partir de la visita; y contempla la provisión y/o suministro tal como se encuentra descripto en el presente documento.

Para consultas comerciales o técnicas complementarias, tengan a bien contactarse con el Sr. Gustavo Benzina, al teléfono 03400 15504940, quien queda a su entera disposición.

Agradezco la invitación cursada, esperando satisfacer sus expectativas.

Sin otro particular lo saluda cordialmente.



## Gustavo Benzina Electrotécnico


Inscripción al Colegio de Profesionales y Técnicos la Provincia de Santa Fe,  
Distrito II, Delegación Rosario 2-3400-1

---

Villa Constitución, Jj Valle 1184

benzinagl@yahoo.com.ar

[www.bse-electro.yolasite.com](http://www.bse-electro.yolasite.com)

 benzinagustavo

### 3. Alcance

La siguiente oferta tiene por objeto valorizar el servicio para la instalación de sensores de humedad en silos.

Las tareas están basadas en la reglamentación AEA 90364 parte 7; sección 771; edición marzo 2006; Protocolo de la resolución de la Superintendencia de Riesgo del Trabajo SRT900/15, ley de Seguridad e Higiene en el trabajo N°19587 y sus decretos PEN N°351/79, 911/96, 617/97, 249/07; Ley de riesgo del trabajo N°24557; Normas IRAM 2071y 2301 Res 92/98 (ex SICyM) y los ensayos de int diferenciales según IEC 61010-01, IEC 61008, IEC 61009, IEC 61557-6, IEC 60364.

### 4. Descripción de tareas

Por cada uno de los silos de 1.000 ton (8 sensores por silo), el trabajo es el siguiente:

- 3 En la parte inferior cerca del perímetro exterior.
- 3 En la parte superior, cerca del perímetro exterior
- 1 En el centro del cono, parte superior
- 1 Centro del cono, parte inferiores

Por cada uno de los silos de 5.000 ton (16 sensores por silo), el trabajo es el siguiente:

- 5 En la parte inferior cerca del perímetro exterior
- 5 En la parte superior, cerca del perímetro exterior
- 3 En una zona radial de 5 mts de diámetro, parte superior
- 3 En una zona radial de 5 mts de diámetro, parte superior



## Gustavo Benzina Electrotécnico


Inscripción al Colegio de Profesionales y Técnicos la Provincia de Santa Fe,  
Distrito II, Delegación Rosario 2-3400-1

---

Villa Constitución, JJ Valle 1184

benzinagl@yahoo.com.ar

[www.bse-electro.yolasite.com](http://www.bse-electro.yolasite.com)

 benzinagustavo

### 5. Valoración

- Por la provisión de mano de obra son \$180000 + iva por silo de 1000 Ton
- Por la provisión de mano de obra son \$400000 + iva por silo de 5000 Ton
- El presupuesto no contempla la provisión de materiales.

### 6. Validez de la oferta

Validez de la oferta 5 días a partir de la fecha de presentación.

Forma de pago: 50% al comienzo de la obra. 50% al finalizar.

En el caso de que sea abonado en valores, la fecha de cobro no deberá exceder de los 30 días.

Excediendo esta fecha, deberá abonarse un interés del 10% sobre el valor de la factura.

Gustavo Benzina  
Electrotécnico  
ICPT 2-340-1



## Gustavo Benzina Electrotécnico


Inscripción al Colegio de Profesionales y Técnicos la Provincia de Santa Fe,  
Distrito II, Delegación Rosario 2-3400-1

---

Villa Constitución, JJ Valle 1184

benzinagl@yahoo.com.ar

[www.bse-electro.yolasite.com](http://www.bse-electro.yolasite.com)

 benzinagustavo

### 5. Valoración

- Por la provisión de mano de obra son \$180000 + iva por silo de 1000 Ton
- Por la provisión de mano de obra son \$400000 + iva por silo de 5000 Ton
- El presupuesto no contempla la provisión de materiales.

### 6. Validez de la oferta

Validez de la oferta 5 días a partir de la fecha de presentación.

Forma de pago: 50% al comienzo de la obra. 50% al finalizar.

En el caso de que sea abonado en valores, la fecha de cobro no deberá exceder de los 30 días.

Excediendo esta fecha, deberá abonarse un interés del 10% sobre el valor de la factura.

Gustavo Benzina  
Electrotécnico  
ICPT 2-340-1



## Gustavo Benzina Electrotécnico


Inscripción al Colegio de Profesionales y Técnicos la Provincia de Santa Fe,  
Distrito II, Delegación Rosario 2-3400-1

---

Villa Constitución, Jj Valle 1184

benzinagl@yahoo.com.ar

[www.bse-electro.yolasite.com](http://www.bse-electro.yolasite.com)

 benzinagustavo

### 3. Alcance

La siguiente oferta tiene por objeto valorizar el servicio para la instalación de sistema de cubicaje en silos.

Las tareas están basadas en la reglamentación AEA 90364 parte 7; sección 771; edición marzo 2006; Protocolo de la resolución de la Superintendencia de Riesgo del Trabajo SRT900/15, ley de Seguridad e Higiene en el trabajo N°19587 y sus decretos PEN N°351/79, 911/96, 617/97, 249/07; Ley de riesgo del trabajo N°24557; Normas IRAM 2071y 2301 Res 92/98 (ex SICyM) y los ensayos de int diferenciales según IEC 61010-01, IEC 61008, IEC 61009, IEC 61557-6, IEC 60364.

### 4. Descripción de tareas

Por cada uno de los silos, el trabajo es el siguiente:

- Montaje Sistema de Cubicaje Acústico, con medidas de seguridad en una posición intermedia entre el cono principal y la pared.
- Perforación de Techo
- Cableado 24 VDC

### 5. Valoración

- Por la provisión de mano de obra son \$98000 + iva por silo de 1000 Ton
- Por la provisión de mano de obra son \$180360 + iva por silo de 5000 Ton
- El presupuesto no contempla la provisión de materiales.



## Gustavo Benzina Electrotécnico


Inscripción al Colegio de Profesionales y Técnicos la Provincia de Santa Fe,  
Distrito II, Delegación Rosario 2-3400-1

---

Villa Constitución, JJ Valle 1184

benzinagl@yahoo.com.ar

[www.bse-electro.yolasite.com](http://www.bse-electro.yolasite.com)

 benzinagustavo

### 6. Validez de la oferta

Validez de la oferta 5 días a partir de la fecha de presentación.

Forma de pago: 50% al comienzo de la obra. 50% al finalizar.

En el caso de que sea abonado en valores, la fecha de cobro no deberá exceder de los 30 días.

Excediendo esta fecha, deberá abonarse un interés del 10% sobre el valor de la factura.

Gustavo Benzina  
Electrotécnico  
ICPT 2-340-1



Venado Tuerto, 6 de Setiembre de 2022.

\_\_\_\_ Sr. /es: INGENIERIA SCH SRL  
 \_\_\_\_ Domicilio: PARQUE EMPRESARIAL CONSTITUCION  
 \_\_\_\_ Localidad: VILLA CONSTITUCION  
 \_\_\_\_ Provincia: SANTA FE

**Presupuesto N°1.840**

Att. :Sebastian Chiodin

**Cotización de los siguientes cables termocuplas :**

Cables Termocuplas compuesto por cordón de acero galvanizado de 7 hilos de alta resistencia y termocupla tipo T de cobre más constatan, todo forrado en PVC translúcido anti abrasivo e ignífugo (retardante del fuego) con ojo guardacabo superior para colgar y ojo terminal de enganche más Lg para el empalme.

CANT.	PRODUCTO	largo		6/9/2022		Cable Total UDS
3	Cables Termocuplas de 5 Termocuplas	10 mtrs +	8 mtrs Lg			
8	Cables Termocuplas de 8 Termocuplas	15 mtrs +	10 mtrs Lg			
4	Cables Termocuplas de 10 Termocuplas	20 mtrs +	6 mtrs Lg			
<b>Suma Materiales .....</b>						<b>USD.1,845.40</b>

**Importe Total por materiales mas IVA.....USD 1.845,40**

**Plazo de entrega materiales :** A confirmar a partir de la recepción de la Orden de compra

**Lugar de entrega:** En Planta Venado Tuerto

**PROVEEDOR DE MATERIALES H y F VIDAL CUIT 30-71728217-1**

**Nota importante:** esta cotización NO contempla:

-Pólizas de seguros especiales sean de resp. Civil, o cualquier otro requisito que contemple costo económico y no se haya informado en el pedido de precios.-

**Condiciones Comerciales:**

Los precios son netos + IVA (21%). Están expresados en dólar (US\$).-

**Condiciones de pago:** Contado Contra entrega de los materiales en obra certificada con remito firmado. 15 días de F.F.

**Nota:** Los precios están expresados en UDS al dólar oficial de la fecha de la presente oferta, en el caso de salir adjudicados **el pago de cada factura se deberá realizar a la cotización divisa del USD del día anterior a la fecha de pago.**

**Valides de la oferta:** 10 días fecha emisión.

Saluda Atentamente :

Hector Daniel Vidal