

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

## CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Proyecto Técnico previo a Obtener el Título de Ingeniería  
Industrial**

### **TEMA**

*“Diseño e Implementación de un Sistema de Control de Cocción de Atún usando un Detector de Temperatura Resistiva (Rtd) como instrumentos de Medición de Temperatura para una Empresa Empacadora de Atún en la ciudad de Manta”*

### **THEME**

*“Design and implementation of a tuna cooking control system using a Resistant Temperature Detector (Rtd) as an instrument of temperature measurement for a tuna packing enterprise in the city of Manta”*

### **Autor:**

Daniel Ignacio Cedeño Barreto

Director: Ing. Armando Fabrizio López Vargas, PhD.

Guayaquil, mayo del 2020

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Yo, Daniel Ignacio Cedeño Barreto, declaro que soy el único autor de este trabajo de titulación “Diseño e Implementación de un Sistema de Control de Cocción de Atún usando un Detector de Temperatura Resistiva (Rtd) como instrumentos de Medición de Temperatura para una Empresa Empacadora de Atún en la ciudad de Manta”. Los conceptos aquí desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.



Daniel Ignacio Cedeño Barreto

CI: 1308219631

## DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Quien suscribe, en calidad de autor del trabajo de titulación titulado **“Diseño e Implementación de un Sistema de Control de Cocción de Atún usando un Detector de Temperatura Resistiva (Rtd) como instrumentos de Medición de Temperatura para una Empresa Empacadora de Atún en la ciudad de Manta”**., por medio de la presente, autorizamos a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.



Daniel Ignacio Cedeño Barreto

CI: 1308219631

**DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, **ING. ARMANDO FABRIZIO LÓPEZ VARGAS** en calidad de director del trabajo de titulación titulado “**Diseño e Implementación de un Sistema de Control de Cocción de Atún usando un Detector de Temperatura Resistiva (Rtd) como instrumentos de Medición de Temperatura para una Empresa Empacadora de Atún en la ciudad de Manta**”, desarrollado por el estudiante **Daniel Ignacio Cedeño Barreto**, previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certificamos que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de alto valor académico.

Dado en la Ciudad de Guayaquil Mayo del 2019



Ing. ARMANDO FABRIZIO LÓPEZ VARGAS, PhD.

**Docente Director del Proyecto Técnico**

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo le agradezco a Dios por qué es el creador de mi existencia, y por ser quien nos permite vivir un día más todos los días.

Son muchas las personas a las que tengo que agradecer, que sería muy larga la lista, pero hay mención especial para mis padres y hermanos que siempre creyeron en mí.

Por otro lado, el motor más importante que me impulso para seguir en la lucha y obtención de esta meta, fueron mi esposa Isabel Moreira y mis hijos Daniela y Daniel Cedeño sin el apoyo de ellos este logro me hubiese sido imposible conseguirlo.

De igual manera agradezco a mi hermana, la magister Mercedes Cedeño Barreto, quien con su apoyo en todo momento contribuyó de manera muy significativa con la obtención de este título.

Así mismo, agradezco a mi Director de Tesis Ing. Armando López, ya que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo.

Esta frase la tengo en mi mente desde que comencé con esta meta y por fin la puedo expresar:

**“Papá mamá lo logre aquí está su ingeniero”**

**Daniel Cedeño Barreto.**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo técnico está dedicado con especial cariño y empeño, a mis padres Rafael Cedeño y Florentina Barreto, quienes creyeron en mí siempre.

También va dedicada al Amor de mi vida Isabel Moreira y mis hijos Daniel y Daniela, los cuales siempre estuvieron conmigo en la lucha constante y nunca dejaron de alentarme a terminar esta meta, aun cuando mis fuerzas flaquearan.

A mis hermanos y sobre todo mi hermana la magister Mercedes Cedeño Barreto, por su ayuda en todo este proceso.

**Daniel Ignacio Cedeño Barreto**

## INDICE GENERAL

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA .....	II
DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR .....	III
DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
DEDICATORIA.....	VI
INDICE DE FIGURAS .....	X
INDICE DE TABLAS .....	XI
INDICE DE ANEXOS .....	XII
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	XIII
RESUMEN .....	XV
ABSTRACT .....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Importancia y alcance .....	6
1.3. Justificación.....	7
1.4. Objetivo General.....	8
1.5. Objetivos específicos.....	8
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO .....	9
2.1. Conceptos básicos de control e instrumentación industrial.....	9
2.2. Instrumentos .....	13

2.3.	Otras Definiciones .....	18
2.4.	Temperatura.....	19
2.4.6.	Medición de temperatura .....	26
2.5.	RTD O PT 100.....	27
2.6.	Teoría sobre RTD .....	28
2.7.	Ventajas y desventajas.....	29
2.8.	Calibración de las RTD .....	30
2.9.	Mantenimiento de sistema de RTD .....	31
2.10.	Procesamiento de Cocción de pescado.....	33
2.11.	Procedimiento Calibración y Checklist de las RTD.....	35
2.12.	Procedimiento de Limpieza y Desinfección del Área de Cocina y eviscerado .....	37
2.13.	Procesamiento de atún.....	40
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO .....		45
3.1.	Metodología.....	45
3.2.	Etapas: .....	45
3.3.	Proceso de Implementación.....	45
3.4.	Temperatura.....	47
<input type="checkbox"/>	Termómetro De Vidrio.....	48
<input type="checkbox"/>	Termómetro Bimetálico.....	48
<input type="checkbox"/>	Termómetro De Bulbo Y Capilar.....	48
<input type="checkbox"/>	Termocuplas.....	49
<input type="checkbox"/>	Rtd O Pt 100.....	49
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		50
4.1.	Primer objetivo específico .....	50



4.2. Segundo Objetivo Específico: .....	51
4.3. Tercer objetivo específico: .....	55
4.4. Conclusiones.....	64
4.5. Recomendaciones .....	66
BIBLIOGRAFIA .....	67
ANEXOS .....	70
<i>Operación de Cocinadores</i> .....	75
<i>Descongelado</i> .....	77
<i>Eviscerado</i> .....	78
<i>Cocción</i> .....	79
<i>Nebulizado</i> .....	80

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Bucle Cerrado de Regulación.....	10
Figura 2 Definiciones de los instrumentos .....	13
Figura 3 Instrumentos Ciegos.....	14
Figura 4 Instrumentos indicadores .....	14
Figura 5 Elementos Primarios .....	15
Figura 6 Transmisores .....	16
Figura 7 Convertidores .....	16
Figura 8 Controladores .....	17
Figura 9 Clases de Instrumentos.....	18
Figura 10 Campo de Medida de los Instrumentos de Temperatura.....	19
Figura 11 Termómetro de vidrio. ....	20
Figura 12 Termómetro bimetalico.....	21
Figura 13 Interior de un termómetro bimetalico .....	21
Figura 14 Termómetro tipo Bulbo.....	23
Figura 15 Termopar .....	23
Figura 16 Compensación de cero .....	25
Figura 17 Sondas Pt100 & termopares para aplicaciones industriales.....	29
Figura 18 Diagrama de proceso.....	47
Figura 19 Desarrollo de los campos de medidas de los instrumentos de temperatura de los diferentes modelos de medicación.....	48
Figura 20 Válvula reguladora de presión de aire.....	50
Figura 21 Descripción Analítica del cocimiento con RTD .....	53
Figura 22 Cocimiento del lote 1 de la prueba.....	57
Figura 23 Cocimiento del lote 3 de la prueba.....	57
Figura 24 Prueba con las variables utilizadas.....	58
Figura 25 Nueva configuración .....	58

## INDICE DE TABLAS

<i>TABLA 1.- Análisis de las ventajas y desventajas de uso del RTD .....</i>	29
<i>TABLA 2.- Frecuencia de mantenimiento de los dispositivos que componen los sistemas de control de temperatura de los hornos. ....</i>	32
<i>TABLA 3.-Sistema electrónico o de adquisición de datos (SDAQ) .....</i>	33
<i>TABLA 4.- Frecuencia de mantenimiento de los dispositivos del sistemas de control de temperatura de los hornos .....</i>	36
<i>TABLA 5.- Frecuencia de mantenimiento de control de temperatura .....</i>	37
<i>TABLA 6.- Ficha técnica del indicador.....</i>	59
<i>TABLA 7 Responsabilidades.....</i>	60
<i>TABLA 8.- Recuperador Histórico Mensual1.1 .....</i>	60
<i>TABLA 9.- Recuperado Histórico Mensual 1.2.....</i>	61

**INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1 Ficha Técnica del Indicador..... 70

Anexo 2 Metodología de Cocción con RTD ..... 72

Anexo 3 Operación de Cocción..... 73

Anexo 4 Operación de Cocinadores ..... 75

Anexo 5 Descongelado de Pescado..... 77

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

RTD,s: Resistance Temperature Detector.

TEMPERATURA: Grado o nivel térmico de un cuerpo o de la atmósfera.

SET POINT: Valor deseado de la variable de proceso, es decir, la consigna. Es el valor al cual el control se debe encargar de mantener.

FOXBOROS: Marca de instrumentos controlador temperatura.

°C: Grados Centígrados.

°F: Grados Fahrenheit.

BUCLE: Control de flujo.

TRANSFERENCIA DE CALOR: Es el proceso de propagación del calor en distintos medios.

CAMPO DE MEDIDA: Es la diferencia algebraica entre los valores superior e inferior del campo de medida del instrumento.

ALCANCE: Distancia que alcanza la acción o la influencia de una cosa.

ERROR: Es un problema en un programa de computador o sistema de software que desencadena un resultado indeseado.

INCERTIDUMBRE DE MEDIDA: Exactitud y Precisión en las mediciones.

EXACTITUD: Ajuste completo o fidelidad de un dato, cálculo, medida.

**PRECISIÓN:** Dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud.

**ZONA MUERTA:** Son aquellas donde la sensibilidad del instrumento es nula lo que hace que no cambie su indicación y señal de salida.

**SENSIBILIDAD:** Nos indica cuántas de las cifras de una medida son significativas.

**REPETIBILIDAD:** Es la variación causada por el dispositivo de medición.

**HISTERESIS:** Es la variación causada por el dispositivo El campo comprendido entre el valor mayor y menor entre los que se puede llevar a cabo la medición.

**TERMOMETROS:** Instrumento que sirve para medir temperatura.

**TERMOCUPLAS:** Es un transductor formado por la unión de dos metales distintos que produce una diferencia de potencial muy pequeña (del orden de los milivoltios) que es función de la diferencia de temperatura entre uno de los extremos denominado «punto caliente» y el otro llamado «punto frío».

**CALIBRACION:** Es el conjunto de operaciones que establecen, en unas condiciones especificadas, la relación existente entre los valores indicados por un instrumento o sistema de medidas o los valores representados por una medida materializada, y los correspondientes valores conocidos de una magnitud medida.

## RESUMEN

Esta es una empresa considerada una de las pioneras y líderes en la producción y consumo de productos enlatados en atún a nivel nacional e internacional, todo bajo procesos regulados, revisados y evaluados bajo las normas de calidad INEN en Ecuador; esto lo lleva a cabo desde sus áreas específicas de procesadores, cocinadores y envasados del producto. El objetivo de este trabajo fue el de Diseñar un sistema de control de cocción de atún usando RTD'S como instrumentos de medición de temperatura.

Por ser un trabajo de implementación de proceso se realizó en dos momentos: primero aplicando un proceso de implementación acción participante, donde los involucrados (empresa-egresado) intercambiaron espacios de conocimientos y de formación sobre el tema, para ello se aplicaron métodos: Bibliográficos, analíticos, inductivos, evaluativos, con sus respectivas técnicas; segundo aplicando un diseño del sistema de control de cocción de atún usando RTD'S como instrumentos de medición de temperatura.

La implementación de este proyecto permitió que el cocinador luego de varias pruebas permitan garantizarle un control preciso, con capacidad de lograr mediante parámetros de recetas y de estrategias funcionales, lograr la conexión exacta en cada punto y por ende con un sistema así, mejorar las diferentes fluctuaciones que se puedan presentar en la cocina, envasada y demás procesos del producto.

El resultado de la implementación permitió tener el control sobre la temperatura del horno, se puede cambiar en el proceso el “set point” de esta variable sin que incida sobre los equipos a largo plazo, por el contrario, en los “Foxboros” no recomienda (personal de mantenimiento) cambiar constantemente el “set point”, ya que a largo plazo puede ocasionar deterioro del sistema, es decir resorte y varillas que no se encuentran en perfecto estado.

Con el control de temperatura del horno RTD, se logra estabilidad, temperaturas apropiadas, resultados gratamente esperados.

**Palabras claves:** Temperatura de horno, RTD, proceso de cocido, Eviscerado, mantenimiento, mejoras en el producto.

## ABSTRACT

Industries, is considered to be one of the pioneer and leader companies in the production and consumption of canned products including tuna at national and international levels, all under regulated processes, reviewed and evaluated under the INEN quality standards in Ecuador; this takes place from its specific areas of processors, cookers and product packaging.

This company has a cooker which is used to carry out numerous tests of the product that enters the plant, however, it currently has certain errors in the control it presents, and it is not possible to efficiently achieve the appropriate response of the system.

The implementation of this project allowed to have precise control of the cooker after several tests, with the ability to achieve (through parameters of recipes and functional strategies) the exact connection at each point and therefore with a system like this, improve the different fluctuations that may occur in the kitchen, packaging section or other product processes.

That is, it is possible to have control over the oven temperature, being able to change the “Set point” of this variable without affecting the long-term equipment condition, on the contrary, in the “Foxboros” it is not recommended (maintenance personnel) to constantly change the “set point”, since in the long term it can cause deterioration of the system, ie spring and rods that are not in perfect condition.

With RTD oven temperature control, stability, appropriate temperatures, pleasantly expected results are achieved.

**Keywords:** Oven temperature, RTD, cooking process, eviscerated, maintenance, product improvements.



## INTRODUCCIÓN

Las industrias en los actuales momentos reciben demanda de mercado que les exige buscar las mejores ofertas en cuanto a instrumentos e insumos en los procesos de industrialización, estos no siempre son estandarizados y siempre están demandando variados y muchos tipos en todos los productos y servicios, en este caso estamos hablando del atún, sus derivados y como se los procesa a través de centrales generadoras de energía, los tratamientos térmicos, entre otros.

Estos instrumentos deben todo buscar las condiciones óptimas y requeridas para que se pueda elaborar los productos según las exigencias del consumidor. Por ello es necesario establecer como se instala o monta los sistemas en toda la cadena de servicios hasta el producto final. En este proyecto se presenta como el sistema RTD, que es un sensor de temperatura que consiste en un alambre de platino que a 0 °C tiene 100 ohmios y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica. (RTD's, 2003).

Este aumento de resistencia no es lineal, pero si crece y es característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde. (Sales, 2016). Este tipo de sensor puede fácilmente entregar precisiones de una décima de grado con la ventaja que no se descompone gradualmente entregando lecturas erróneas, si no que normalmente se abre, con lo cual el dispositivo medidor detecta inmediatamente la falla del sensor y da aviso.

Este sistema de RTD se le atribuye autores como Seebeck y Sir Humphrey Davy pues ellos con su descubrimiento de la termoelectricidad y la resistividad de los metales considero importante el encontrar la resistividad de los metales macado por la dependencia de la temperatura; llegaron a la conclusión y comprobó que un termómetro de resistencia era propicio como elemento primario para toda resistencia de alta precisión. Es lo que con el tiempo se conoció como RTD consideraron como un detector de temperatura que una un estándar de interpolación desde el punto de oxígeno (-182.96 ° C) hasta el punto de antimonio (630.74 ° C). (Sáenz, 2017).

Este trabajo se desarrolló en cuatro capítulos, en cada uno de ellos se detalla las acciones principales que se realizaron en la implementación, esta explicación es de manera teórica y práctica, por lo que abarca el diseño del sistema con RTD:

Dentro del capítulo I, se desarrolla el problema, en el cual se describen además los antecedentes previos, el problema como tal, los objetivos y justificación del proyecto.

En el capítulo II se estructura el marco teórico, este está compuesto por el detalle teórico que respaldan los términos usados para el desarrollo del sistema, recopila documentalmente los trabajos realizado anteriormente, los principales componentes usados para la implementación, así como resultados obtenidos y esperados durante su ejecución, todos debidamente citados.

En el capítulo III se define el marco metodológico, en el mismo se encuentra definido el diseño, tipo, métodos, técnicas e instrumentos de investigación, así como el proceso de planificación, ejecución y evaluación de la implementación en cada uno de sus pasos.

En el capítulo IV se establecen las conclusiones y algunas observaciones inherentes al proceso de implementación y al impacto que hasta ahora se ha conseguido con el mismo.

## CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

### 1.1. Antecedentes

La empresa, es una empresa líder que comercializa sus productos de atún tanto a nivel nacional como internacional. La parte más importante del proceso que se le da al atún se lleva a cabo en el área de cocción, proceso que se realiza mediante estrictas normas de calidad (Archivos Internos, 2013). Característica que ha predominado a través del tiempo y actualizado según el contexto de la oferta y la demanda.

Archivos Internos (2013), es una empresa líder en la producción de atún que comercializa sus productos a través de una amplia red de distribuidores, que abarca Latinoamérica en especial. El proceso de producción se inicia en las cámaras frigoríficas, en la cual se realiza una selección y control de calidad de la materia prima recibida, luego ésta ingresa a pozos de descongelamiento donde son tratadas hasta alcanzar la temperatura optima de 34°F; al salir de este proceso es el de desbuche donde son clasificados y ubicado en coches para su posterior ingreso a hornos de cocción.

Durante visita a la planta se pudo evidenciar que el sistema de cocción de atún ha sido controlado por un sistema neumático cuyo dispositivo es marca FOXBORO (Archivos Internos; 2011) utilizando como elemento sensor de temperatura del horno un bulbo, que hace que el proceso tenga una demora significativa y un retardo en su producción nacional por los diferentes problemas de funcionamiento. Los empleados tratan de mejorar los tiempos de cocción establecidos para una productividad rentable, pero es preciso indicar que los instrumentos de medición y de control son relativamente complejos y su función puede comprenderse bien si están incluidos dentro de una clasificación adecuada. (Archivos Internos, 2013).

La medida de temperatura constituye una de las mediciones más comunes y más importantes que se efectúan en los procesos industriales. Las limitaciones del sistema de medida quedan definidas en cada tipo de aplicación por la precisión, por la velocidad de captación de la temperatura, por la

distancia entre el elemento de medida y el aparato receptor y por el tipo de instrumento indicador, registrador o controlador necesarios. (Industrial Control and Distributed, 2009).

En las industrias es necesario llevar un control con los procesos a nivel químico, petroquímico, alimenticia, metalúrgica, energética, textil, papel, entre otras, desde los niveles básicos de conceptualización hasta las normalizaciones estandarizadas propias de cada una de ellas en razón de características como las de medida y de control y las estáticas y dinámicas de todo lo que se usa para ello como: indicadores, registradores, controladores, transmisores y válvulas de control. Conocidas como nivel de operación. (Andina, 2005)

Esto se alinea con los controles de fabricación de los diversos productos obtenidos. En el caso del atún, los procesos son necesario para controlar y mantener constantes algunas magnitudes, tales como la presión, el caudal, el nivel, la temperatura, la velocidad, la humedad, entre otros. Los instrumentos de medición y control permiten el mantenimiento y la regulación de estas constantes en condiciones más idóneas que las que el propio operador podría realizar. Antes el operario lleva un control manual de estas variables usando simples instrumentos como los manómetros, termómetros, válvulas manuales, y otros., por ende, llevar un control era básico y simple. No obstante, la gradual complejidad con que éstos se han ido desarrollando ha exigido su automatización progresiva por medio de los instrumentos de medición y control. (ATUNEC, 2014).

Estas nuevas formas de trabajo han sido doblemente concebidos por un lado permite al operario liberarse de una serie de actuaciones físicas directas, y más bien los controles lo hacen a través de salas especializadas con la labor de supervisión y vigilancia de control aisladas, sin embargo esta automatización de una u otra manera deslinda el trabajo personalizado en cuanto a medición propia antes, durante y luego del proceso, con características de calidad y condiciones operarias que se deben calificar correctamente tanto en lo humano como en lo técnico, por ello es necesario la formación, actualización y empoderamiento en los procesos (Autoridad Portuaria de Manta, 2014).

Es decir, no solo es instalar o montar un sistema de control, sino que es necesario atender las necesidades de regulación de complejo y manejo inteligente del sistema, de manera que la condición de operación cumpla y tenga las condiciones necesarias para analizar los datos en el proceso y aprendizaje.

Se establece la necesidad de realizar una actualización en el sistema de medición de temperatura para el proceso de cocción de atún, con la finalidad de seguir siendo una de las mejores empresas empacadoras y exportadoras a nivel nacional e internacional. Sin embargo, es preciso indicar que la empresa está obligada a cumplir con los requisitos establecidos en el mandato legal ecuatoriano para preservar la seguridad de sus trabajadores y desarrollar un ambiente laboral óptimo con la utilización de nueva tecnología acorde a la necesidad y para poder brindar productos de mayor calidad.

Este trabajo presenta un manual de sistema de control a partir de la cocción de atún en las instalaciones de la empresa. Tiene especificaciones consecuentes iniciando con términos y conceptualizaciones básicas de los términos técnicos usados y del control e instrumentación, seguida de una explicación de los diferentes tipos de sensores utilizados para medir temperatura. Así como de las herramientas técnicas usadas como: software, archivos, flujo de información, modo de calibración. Y termina con una tabla de con la frecuencia de mantenimiento de los diferentes dispositivos que componen el sistema.

## **1.2. Importancia y alcance**

El sistema utilizado por la empresa, se lleva cabo a través de un sistema neumático, de marca FOXBORO, el cual usa un sensor de temperatura del horno en bulbo, todo esto manejado a través de un PC personal que tiene instalado un software necesario para ejecutar programas de control y archivos del proceso y sirve de interfaz entre el hombre-máquina. (Cabrera y Canto, 2011)

Actualmente, este cocinador presenta muchas deficiencias ya que no posee las diferentes válvulas de vapor, aire, agua, venteo y vacío requeridas. De la misma forma no cuenta con los sensores de temperatura y presión necesarios para llevar a cabo el proceso de cocción, y lo más importante no posee un control que permita el manejo de las variables mencionadas anteriormente. (Archivos Internos de la Empresa, 2006).

Esto ocasiona que, al cocinarlo, las variables de presión y temperatura, controladas automáticamente, no presenten las garantías de una cocción homogénea del producto recibido; y cuando es transportado a la Planta de Proceso y Enlatado, se muestren irregularidades en las manejo del producto, según las estrictas normas que rigen en la empresa. (Álvarez, S/F)

El trabajo de investigación propuesto generó interés en la empresa, y se dio la apertura necesaria para la realización del mismo, usando medios técnicos actuales, modernos y que responden a las demandas del mercado, optimizando los recursos y por ende aumentando la producción que el fin propósito del mismo.

### **1.3. Justificación**

Como se planteó al momento de la propuesta el trabajo generó expectativas e interés tanto para la empresa por los alcances que se tendría con la implementación de este nuevo modelo y sistema de procesamiento del producto y también para el responsable de la investigación pues con ello se pretende sobre todo tener definido la cocción de atún usando RTD'S como instrumentos de medición de temperatura para las pequeñas empresas en el Ecuador.

Esta implementación permite sobre todo controlar las variables físicas involucradas en el proceso: temperatura, presión, vapor, corriente, voltaje, a través del interfaz de aplicación donde no solo se tiene beneficios de calidad y cantidad en menor tiempo sino también ve la interacción hombre – tecnología en el proceso. Desde el momento que se inicia el cocido hasta cuanto se entre el producto final. Por ello su implementación sobre todo requiere de controlar las válvulas de: presión, aire, agua, venteo, vacío y vapor, en su manipulación apropiada, con los datos obtenidos para tener un sistema de lectura comprensible, que pueda ser interpretado por los encargados de áreas que no se encuentran dentro del proceso de cocinado.

Mientras se desarrolló el proyecto se realizaron acciones con disposiciones y recomendaciones tanto de los instrumentos aplicados como de la formación del personal con un protocolo de atención interno que permita la manipulación en todo momento y sobre todo que se tenga en cuenta algunas acciones teóricas que en base a resultados previos se pueda presentar, teniendo claramente defina las acciones a seguir en ese caso, los protocolos cuentan con estas acciones y por ende garantiza el manejo de los instrumentos de medición y el equipo presente en los procesos de producción.

Todas las pequeñas empresas interesadas, en especial la empresa estudiada, ya que contarían con un instrumento de medición de temperatura acorde a su necesidad, garantizándole mayor rentabilidad en su producción de atún, así como mejoraría la calidad de productos que la empresa distribuye.

#### **1.4. Objetivo General**

Diseñar un sistema de control de cocción de atún usando RTD como instrumentos de medición de temperatura.

#### **1.5. Objetivos específicos**

- Implementar un sistema que permita monitorear y controlar presiones de aire.
- Plantear un módulo de almacenamiento de información como temperatura, presión, tipo de receta y hora de inicio de cocción, el cual permita crear una base de datos del sistema.
- Calcular el costo – beneficio de la implementación del sistema de control de cocción del atún



## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Conceptos básicos de control e instrumentación industrial**

Los procesos industriales exigen el control de la fabricación de los diversos productos obtenidos. Estos sistemas de control que permiten que ciertas variables se mantengan en un valor dado, exigen que se incluya una unidad de medida, una unidad de control, un elemento final de control y el propio proceso. (Consejo de Auditoría Interna, 2015), Este conjunto de unidades forman un bucle o lazo que recibe el nombre de bucle de control.

#### **2.1.1. El Bucle**

El bucle puede ser abierto o cerrado. Un ejemplo de bucle abierto es el calentamiento de agua en un tanque mediante una resistencia eléctrica sumergida. Un bucle cerrado representativo lo constituye la regulación de temperatura en un intercambiador de calor. (Creus, 1998). La intención es que se tenga claro cada una de las indicaciones presentadas en el marco de desarrollo de esta implementación, donde todos tengan las garantías necesarias de saber que se habla y explica no lo que se está entendiendo, pues es comprobado que muchas de las acciones que se presentan como dificultades dentro de las empresas se dan por no entender con claridad lo que se ha realizado o realiza.

La terminología empleada se ha unificado con el fin de que los fabricantes, los usuarios y los organismos o entidades que intervienen directa o indirectamente en el campo de la instrumentación industrial empleen el mismo lenguaje.

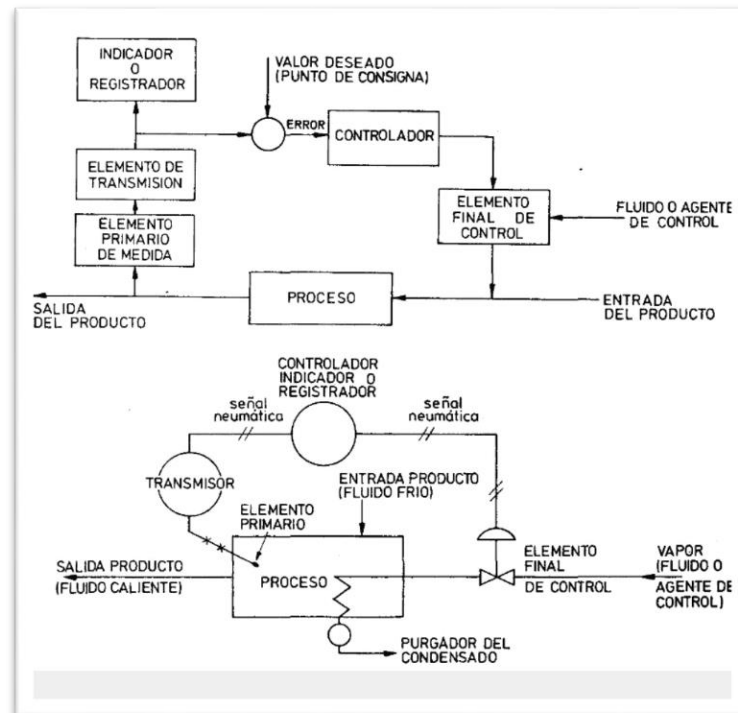


Figura 1 *Bucle cerrado de regulación*

Fuente: Creus, (1998)

### 2.1.2. Transferencia de calor

Definido como la energía cinética total de todos los átomos o molécula de una sustancia (Sanz, 2017). Si este se produce en dos cuerpos de distintas temperaturas se produce una trasferencia de calor, desde el cuerpo de mayor temperatura al de menor temperatura (Rua.ua.es, 2016), se produce por tres mecanismos físicos: conducción, convección y radiación.

La transferencia de calor por radiación no necesita el contacto de la fuente de calor con el objeto que se desea calentar. A diferencia de la conducción y convección, no precisa de materia para calentar. (Gieck & Gieck, 2003), la energía solar es de todas las energías la más renovable

### 2.1.3. Campo de medida (range)

Espectro o conjunto de valores de la variable medida que están comprendidos dentro de los límites superior e inferior de la capacidad de medida o de transmisión del instrumento; viene expresado

estableciendo los dos valores extremos. Por ejemplo: el campo de medida del instrumento de temperatura es de 100 – 300 °C. (García, 2014)

#### **2.1.4. Alcance (span)**

Es la diferencia algebraica entre los valores superior e inferior del campo de medida del instrumento. En el instrumento de temperatura, su valor es de 200 °C. (Crews, 1998)

#### **2.1.5. Error**

Es la diferencia algebraica entre el valor leído o transmitido por el instrumento y el valor real de la variable medida. Si el proceso está en condiciones de régimen permanente existe el llamado error estático. En condiciones dinámicas el error varía considerablemente debido a que los instrumentos tienen características comunes a los sistemas físicos: absorben energía del proceso y esta transferencia requiere cierto tiempo para ser transmitida, lo cual da lugar a retardos en la lectura del aparato. (Denton, 1985)

#### **2.1.6. Incertidumbre de la medida (uncertainty)**

Los errores que existen necesariamente al realizar la medida de una magnitud, hacen que se tenga una incertidumbre sobre el verdadero valor de la medida.

La incertidumbre es la dispersión de los valores que pueden ser atribuidos razonablemente al verdadero valor de la magnitud medida

#### **2.1.7. Exactitud**

Es la cualidad de un instrumento de medida por la que tiende a dar lecturas próximas al verdadero valor de la magnitud medida.

### **2.1.8. Precisión (accuracy)**

La precisión es la tolerancia de medida o de transmisión del instrumento (intervalo donde es admisible que se sitúe la magnitud de la medida), y define los límites de los errores cometidos cuando el instrumento se emplea en condiciones normales de servicio durante un período de tiempo determinado (normalmente 1 año).

### **2.1.9. Zona muerta (dead zone o dead band)**

Es el campo de valores de la variable que no hace variar la indicación o la señal de salida del instrumento, es decir, que no produce su respuesta. Viene dada en tanto por ciento del alcance de la medida. (Denton, 1985)

### **2.1.10. Sensibilidad (sensitivity)**

Es la razón entre el incremento de la lectura y el incremento de la variable que lo ocasiona, después de haberse alcanzado el estado de reposo.

### **2.1.11. Repetibilidad (repeatability)**

Es la capacidad de reproducción de las posiciones de la pluma o del índice o de la señal de salida, del instrumento al medir repetidamente valores idénticos de la variable en las mismas condiciones de servicio y en el mismo sentido de variación, recorriendo todo el campo.

### **2.1.12. Histéresis (hysteresis)**

Es la diferencia máxima que se observa en los valores indicados por el índice o la pluma del instrumento para el mismo valor cualquiera del campo de medida, cuando la variable recorre toda la escala en los dos sentidos, ascendente y descendente.

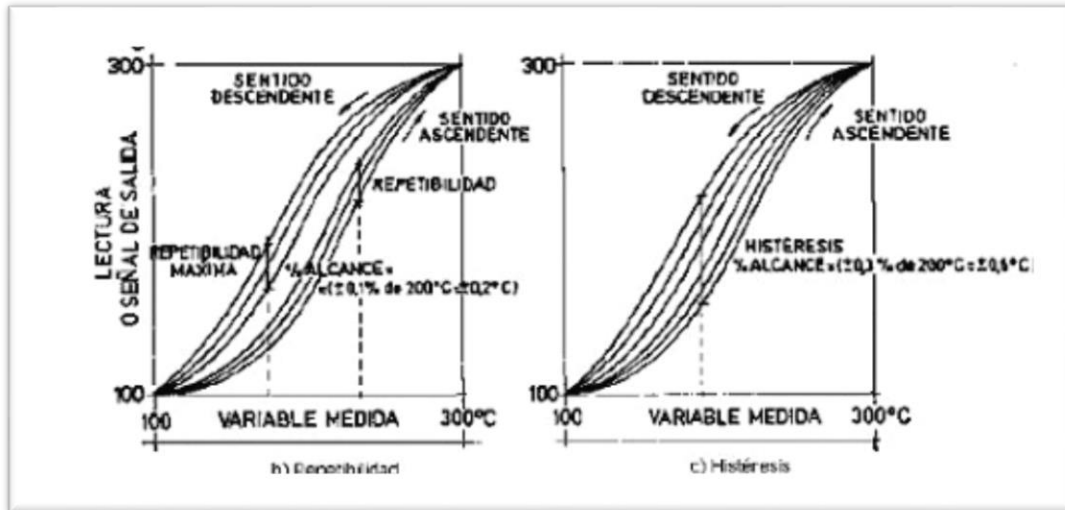


Figura 2 *Definiciones de los instrumentos*

Fuente: Elwood S y Taubert W. (2005)

## 2.2. Instrumentos

Para este trabajo se utilizaron instrumentos de medición y de control, aunque son comunes dentro de cualquier proceso, para efectos de este trabajo se explican en relación a su complejidad y función, de manera que se conozca las ventajas y limitaciones de la misma, por ello se han organizado en dos tipos: una en relación a la función del instrumento y la otra en relación a la variable del proceso, uno está dentro de lo tangible y el otro se va en razón de la intangibilidad de la aplicación.

### 2.2.1. En relación a la función del instrumento:

Cortés & Días (2007) expone la siguiente aplicación a través de:

**Instrumentos ciegos:** las indicaciones no son visibles en las variables, pero son las alarmas y otras escalas desde lo externo como índice de selección de las variables, se ajustan en el punto de disparo del interruptor o conmutador al cruzar la variable el valor seleccionado.



Figura 3 *Instrumentos Ciegos*  
 Fuente: Gieck, K. y Gieck, R. (2003)

**Instrumentos indicadores**, sitúan un índice y una escala graduada en la que puede leerse el valor de la variable.



Figura 4 *Instrumentos indicadores*  
 Fuente: Gieck, K. y Gieck, R. (2003)

**Instrumentos registradores**, reconocen con trazo continuo o a puntos la variable, y pueden ser circulares o de gráfico rectangular o alargado.



*Figura 1 Instrumentos Registradores*

Fuente: Laboratorio., S. (2017)

**Elementos primarios**, están en contacto con la variable y utilizan o absorben energía del medio controlado para dar al sistema de medición una indicación en respuesta a la variación de la variable controlada.



*Figura 5 Elementos Primarios*

Fuente: Preston-T. (1990)

**Transmisores**, captan la variable de proceso a través del elemento primario y la transmiten a distancia en forma de señal neumática de margen 3 a 15 psi (libras por pulgada cuadrada) o electrónica de 4 a 20 mA de corriente continua.



Figura 6 *Transmisores*

Fuente: Elwood S y Taubert W. (2005)

**Transductores**, reciben una señal de entrada función de una o más cantidades físicas y la convierten modificada o no a una señal de salida.

**Convertidores**, son aparatos que reciben una señal de entrada neumática (3-15 psi) o electrónica (4-20 mA) procedente de un instrumento y después de modificarla envían la resultante en forma de señal de salida estándar.



Figura 7 *Convertidores*

Fuente: Elwood S y Taubert W. (2005)



**Controladores**, comparan la variable controlada con un valor deseado (o set point) y ejercen una acción correctiva de acuerdo con la desviación.



Figura 8 *Controladores*

Fuente: Creus, A. (1998)

**Elemento final de control**, recibe la señal del controlador y modifica el caudal del fluido o agente de control.



Figura 10 Elemento Final de control

Fuente: Álvarez N. (s/f)

### 2.2.2. En función de la variable de proceso

Todo instrumento no se puede manejar sin que tenga una aplicabilidad, pues en razón de uso se determina el mismo, por lo tanto, en esta aplicación se ha dividido en: instrumentos de caudal, nivel, presión, temperatura, densidad y peso específico, humedad y punto de rocío, viscosidad, posición, velocidad, pH, conductividad, frecuencia, fuerza turbidez, entre otros. Todo esto va en relación al tipo de señales y medidas utilizadas siendo independiente del sistema empleado en la conversión de la señal de proceso. (Elwood y Taubert, 2005)

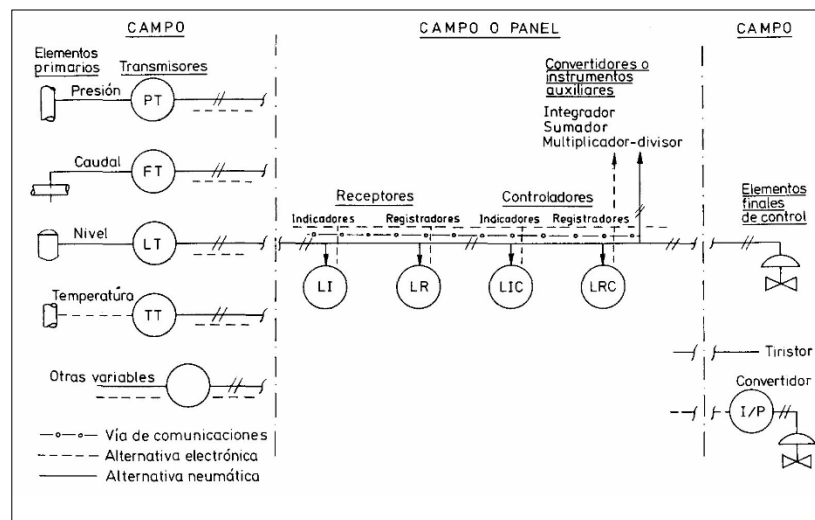


Figura 9 Clases de Instrumentos

Fuente: Sales (2016)

### 2.3. Otras Definiciones

**Variabes**, son propiedades de los objetos que varían en el tiempo. Por ejemplo: el agua no es una variable, pero sus propiedades tales como temperatura, flujo, presión, nivel, etc. Si pueden serlo siempre y cuando varíen en el tiempo. (García, 2014)

**Variabes de entrada**, son las variables cuyos cambios en el tiempo afectan o modifican el proceso.

**Variables de salida**, son las variables que cambian durante el proceso debido a los cambios en las variables de entrada.

**Perturbaciones**, son las variables de entrada que no se pueden manipular

**Variable manipulada**, es la variable de entrada que es manipulada por el sistema (ejemplo de esto es el porcentaje de apertura de la válvula).

**Variable controlada**, es la variable de salida sobre la cual se tiene control.

**Set point**, también llamado punto de ajuste o valor deseado. Es el valor el cual se desea tener o mantener la variable controlada.

## 2.4. Temperatura

Es importante pues es una de las que se analizan y recalibran el producto final en los procesos industriales, sino se aplican de manera correcta puede causar daño al producto final y por ende a la calidad de lo que se entrega, por ello se debe tomar en cuenta el tipo de aplicación para garantizar la precisión, la velocidad de captación de la temperatura, la distancia entre el elemento de medida y el aparato receptor y el tipo de instrumento indicador, registrador o controlador necesarios. (Gieck y Gieck, 2003) En el caso del procesamiento del atún se toman en cuenta:

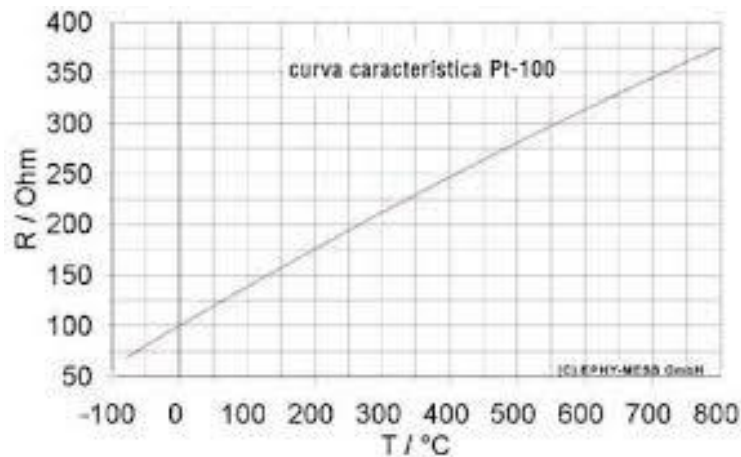


Figura 10 *Campo de Medida de los Instrumentos de Temperatura*

Fuente: Gieck, K. & Gieck, (2003)

### 2.4.1. Termómetro de Vidrio

El termómetro de vidrio consta de un depósito de vidrio que contiene, por ejemplo, mercurio y que al calentarse se expande y sube en el tubo capilar. Dependiendo del fluido utilizado pueden medirse temperaturas desde -200 hasta +280 °C.

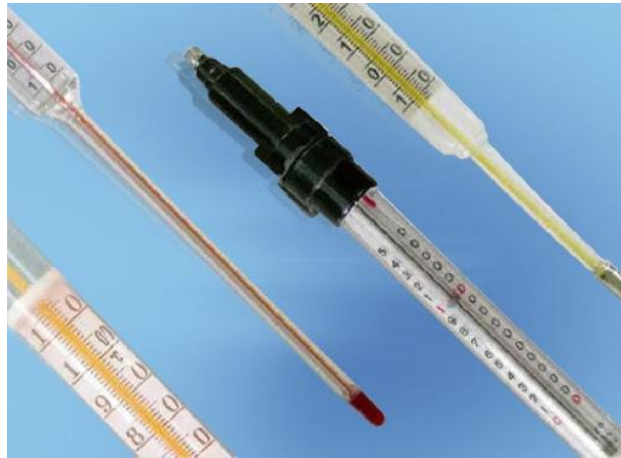


Figura 11 *Termómetro de vidrio.*

Fuente: Elwood & Taubert (2005)

### 2.4.2. Termómetro Bimetálico

Los termómetros bimetálicos se fundan en el distinto coeficiente de dilatación de dos metales diferentes, tales como latón o acero y una aleación de ferro-níquel o invar. (35.5% Níquel) laminados conjuntamente. Las láminas bimetálicas pueden ser rectas o curvas, formando espirales o hélices.

El eje y el elemento están sostenidos con cojinetes y el conjunto está construido con precisión para evitar rozamientos. No hay engranajes que exijan un mantenimiento. La precisión del instrumento es del  $\pm 1\%$  y su campo de medida de -200 a +500 °C.

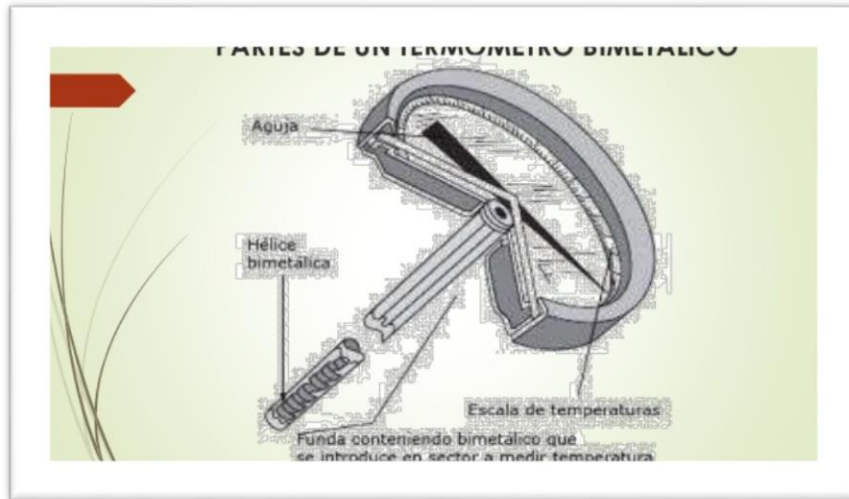


Figura 12 *Termómetro bimetálico*  
Fuente: Elwood S & Taubert W. (2005)



Figura 13 *Interior de un termómetro bimetálico*  
Fuente: Elwood S & Taubert W. (2005)

### 2.4.3. Termómetro de Bulbo y Capilar

Los termómetros tipo bulbo consisten esencialmente en un bulbo conectado por un capilar a una espiral. Cuando la temperatura del bulbo cambia, el gas o el líquido en el bulbo se expanden y la espiral tiende a desenrollarse moviendo la aguja sobre la escala para indicar la elevación de la temperatura en el bulbo.

Hay varias clases de este tipo de termómetro:

- ✓ Clase I: termómetros actuados por líquido
- ✓ Clase II: termómetros actuados por vapor
- ✓ Clase III: termómetros actuados por gas
- ✓ Clase IV: termómetros actuados por mercurio

Los termómetros actuados por vapor contienen un líquido volátil y se basan en el principio de presión de vapor. Al subir la temperatura aumenta la presión de vapor del líquido. La escala de medición no es uniforme, sino que las distancias entre divisiones van aumentando hacia la parte más alta de la escala. No hay necesidad de compensar la temperatura ambiente

Los termómetros actuados por gas están completamente llenos de gas. Al subir la temperatura, la presión de gas aumenta proporcionalmente y por lo tanto estos termómetros tienen escalas lineales.

Los termómetros actuados por mercurio son similares a los actuados por líquidos.



Figura 14 *Termómetro tipo Bulbo*

Fuente: Laboratorio, S. (2017)

#### 2.4.4. Termocuplas

Las termocuplas son el sensor de temperatura más común utilizado industrialmente. Una termocuplas se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo (soldados generalmente). Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño (efecto Seebeck) del orden de los mil voltios el cual aumenta con la temperatura.



Figura 15 *Termopar*

Fuente: Laboratorio., S. (2017)

Normalmente las termocuplas industriales se consiguen encapsuladas dentro de un tubo de acero inoxidable u otro material (vaina), en un extremo está la unión y en el otro el terminal eléctrico de los cables, protegido dentro de una caja redonda de aluminio (cabezal).

### **Usos típicos en la industria**

- ✓ Las termocuplas tipo J se usan principalmente en la industria del plástico, goma (extrusión e inyección) y fundición de metales a bajas temperaturas (Zamac, Aluminio).
- ✓ La termocuplas K se usa típicamente en fundición y hornos a temperaturas menores de 1300 °C, por ejemplo, fundición de cobre y hornos de tratamientos térmicos.
- ✓ Las termocuplas R, S, B se usan casi exclusivamente en la industria siderúrgica (fundición de acero)
- ✓ Finalmente, las tipas T eran usadas hace algún tiempo en la industria de alimentos, pero han sido desplazadas en esta aplicación por los Pt100 (RTD)

#### **2.4.5. Compensación de Cero**

El principal inconveniente de las termocuplas es su necesidad de "compensación de cero". Esto se debe a que, en algún punto, habrá que empalmar los cables de la termocuplas con un conductor normal de cobre. En ese punto se producirán dos nuevas termocuplas con el cobre como metal para ambas, generando cada una un voltaje proporcional a la temperatura de ambiente ( $T_a$ ) en el punto del empalme. (Harari, Ghersi, Comi, Banguera, Leocata, & Harari, 2000)

Antiguamente se solucionaba este problema colocando los empalmes en un baño de hielo a cero grados para que generen cero voltajes ( $T_a = 0$  y luego  $V(T_a) = 0$ ). Actualmente todos los instrumentos modernos miden la temperatura en ese punto (mediante un sensor de temperatura adicional) y la suman para crear la compensación y obtener así la temperatura real. El punto de empalme (llamado "unión o juntura de referencia") es siempre en el conector a la entrada del



instrumento pues ahí está el sensor de temperatura. De modo que es necesario llegar con el cable de la termocuplas hasta el mismo instrumento.

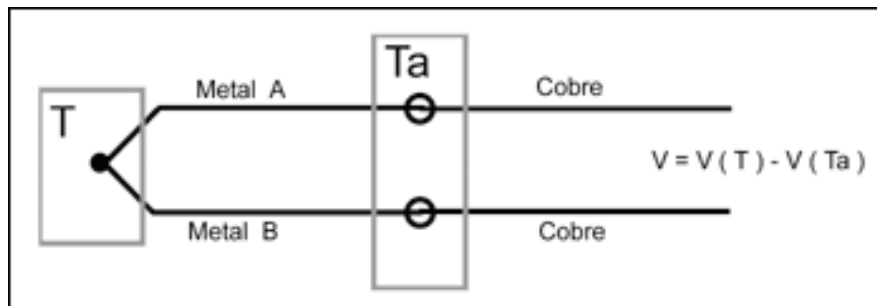


Figura 16 *Compensación de cero*

Fuente: Laboratorio., S. (2017)

No es recomendable usar termocuplas cuando el sitio de medición y el instrumento están lejos (más de 10 a 20 metros de distancia). El problema de las termocuplas es que suministran un voltaje muy bajo y susceptible a recibir interferencias eléctricas. Además, para hacer la extensión se debe usar un cable compensado para el tipo específico de termocuplas lo que aumenta el costo de la instalación.

Tampoco es recomendable usar termocuplas cuando es necesaria una lectura de temperatura muy precisa (décima de °C) pues la compensación de cero requerida por las termocuplas introduce un error típicamente del orden de 0.5°C.

Otro problema que puede ocurrir con las termocuplas es que alguna contaminación u oxidación en los metales de la unión podría provocar una lectura errónea (hasta 4 ó 5 °C) sin que se detecte la falla. Luego en algunos casos es conveniente verificar periódicamente la precisión de la lectura.

### Usos de termocuplas tipo J

- ✓ Mediciones de 0 a 700 °C
- ✓ Industria del plástico y goma (extrusión e inyección)

- ✓ Medición en tambores rotatorios con termocuplas de contacto. Temperatura de motores (carcaza) con termocuplas autoadhesiva. Procesos en general donde el sensor está sometido a vibración.

### **Usos de termocuplas tipo K**

- ✓ Fundición de metales hasta 1300 °C (no ferrosos) Hornos en general
- ✓ Usar cuando hay que poner las termocuplas en vainas muy delgadas
- ✓ Por ejemplo, en agujas de una jeringa para tomar temperatura en el interior de una fruta.

#### **2.4.6. Medición de temperatura**

Preston (1990) indica La temperatura es un concepto abstracto, el cual se explica por su efecto en las condiciones del medio ambiente, los objetos y sus propiedades, en general se relaciona con el comportamiento de la materia y en la mayoría de los casos define el estado final de ésta.

Popularmente la temperatura es relacionada a los conceptos de frío y calor. Algo es más caliente si presenta una mayor temperatura, o está más frío si se presenta una disminución en la temperatura. (Universidad de Chile, 2002).

Sin embargo, aunque este concepto es común y aceptable, en la realidad la física define a la temperatura como: “una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, definida por el principio cero de la termodinámica, o conocida como la energía sensible, que es la energía asociada a los movimientos de las partículas de ese sistema termodinámico”, esto quiere decir que la temperatura es la cuantificación de la actividad molecular de la materia. (Perez & Muzon, 2011)

## 2.5. RTD O PT 100

Una RTD es un sensor de temperatura que consiste en un alambre de platino que a 0 °C tiene 100 ohmios y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica. El incremento de la resistencia no es lineal, pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde.

Un Pt100 es un tipo particular de RTD (Dispositivo Termo Resistivo o Detector de Temperatura Resistiva) Normalmente las Pt100 industriales se consiguen encapsuladas en la misma forma que las termocuplas, es decir dentro de un tubo de acero inoxidable u otro material (vainas), en un extremo está el elemento sensible (alambre de platino) y en el otro está el terminal eléctrico de los cables protegido dentro de una caja redonda de aluminio (cabezal). (RTD's, 2003).

Este tipo de sensor puede fácilmente entregar precisiones de una décima de grado con la ventaja que no se descompone gradualmente entregando lecturas erróneas, si no que normalmente se abre, con lo cual el dispositivo medidor detecta inmediatamente la falla del sensor y da aviso.

Este comportamiento es una gran ventaja en usos como cámaras frigoríficas donde una desviación no detectada de la temperatura podría producir algún daño grave. Además, la Pt100 puede ser colocada a cierta distancia del medidor sin mayor problema (hasta unos 30 metros) utilizando cable de cobre convencional para hacer la extensión (aun así, deben tomarse ciertas precauciones en la instalación). (Preston, 1990)

## 2.6. Teoría sobre RTD

La medición de la temperatura ha sido analizada desde varios momentos, situación que ha originado teorías que permiten explicar su funcionalidad y aplicabilidad. Una de ellas la define como un proceso lineal sobre la cual se detecta el nivel de calor utilizado en sus diferentes momentos, (Meca fénix, 2018), diferenciándose de lo temporal por su operatividad con la resistencia.

Otras teorías son consideradas como sensores de temperatura resistivos. Estos sensores se asocian con los montajes eléctricos tipo Puente de Wheatstone, que responden a la variación de la resistencia eléctrica por efecto de la temperatura para originar una señal analógica de 4-20 mA que es la que se utiliza en el sistema de control correspondiente como señal de medida. (Laboratorios, 2017)

Es necesario manifestar también los tipos en relación al tamaño, tipo de metal utilizado, entre otros; de la misma manera tiene varias formas, las más conocidas son:

- ✓ **Tipo bobinado**, son cubiertas de cerámica y un bobinado en el núcleo. El enrollado de la bobina puede ser circular o plano, pero siempre debe de estar acompañado de algún aislante eléctrico.
- ✓ **Tipo laminado, formado por** una delgada capa de platino y es cubierta con una resina o vidrio, ayudando a proteger la envoltura de platino disminuyendo la deformación de los cables.
- ✓ **Tipo enroscado**, donde los conductores se insertan a través de un tubo de óxido de aluminio con 4 agujeros equiespaciados.
- ✓ **Tipo de anillo hueco**, es una composición abierta aumentando el fluido del contacto con masa térmica pequeña, lo que ayuda a proporcionar un tiempo de respuesta más rápido.



Figura 17 *Sondas Pt100 & termopares para aplicaciones industriales*

Fuente Laboratorios, S. (2017)

## 2.7. Ventajas y desventajas

Tabla 1.- *Análisis de las ventajas y desventajas de uso del RTD*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Salida de gran amplitud.	Velocidad de reacción baja, compara con la de un termopar o termistor
Rango amplio de medidas de temperatura.	Afectados por el auto-calentamiento
Sensibilidad a cambios de temperatura alta.	Inestables ante vibraciones o choques mecánicos
Excelente linealidad.	
Alta exactitud, estabilidad, repetibilidad y resistencia de choques térmicos	
Sensibilidad 10 veces mayor a la de un termopar	

**Fuente:** Material de la Empresa Archivos Internos de la Empresa

## **2.8. Calibración de las RTD**

En la Industria donde se aplica este proceso manejan una estructura de control y supervisión del uso de los RTD organizado, de manera que se puedan generar buenos procesos de aplicación, cuentan con un objetivo directo que es Realizar el proceso de calibración de los sensores de temperaturas del sistema de control (RTD) para obtener temperaturas tanto del pescado como del cocinador confiables y lo más cercanas a lo real.

Los alcances implícitos en el proceso permiten que los sensores de temperaturas del sistema de control de los hornos (RTD) se encuentran conectados y en funcionamiento dentro de los hornos. Para ello establecen las siguientes actividades:

1. Para iniciar el proceso de calibración de las RTD se debe tener un horno disponible, es decir vacío y limpio.
2. Previo al proceso se debe haber puesto a congelar una funda de agua para realizar la primera fase de la calibración.
3. El proceso de calibración se divide en dos fases: la calibración en frío y la calibración en caliente.
4. En la primera fase se realiza la calibración en frío utilizando un recipiente lleno de pedazos de hielo inmersos en una pequeña cantidad de agua para permitir la homogenización de la temperatura. En este recipiente son introducidos tanto la RTD como un sensor patrón. Se anotan en el formato de Calibración de RTD los valores medidos por el patrón y lo mostrado por la RTD en el programa diseñado exclusivamente para la lectura de temperaturas de las RTD durante la calibración.
5. En la segunda fase se realiza la calibración en caliente de dos maneras. Una de ellas es utilizando un recipiente lleno de agua y calentado en una mufla hasta una temperatura cercana a la de evaporación. Luego que el agua este a una temperatura de por lo menos 10°C por debajo

de la de evaporación, se introducen el termómetro patrón y la RTD. Se anotan en el formato de Calibración de RTD los valores medidos por el patrón y lo mostrado por la RTD en el programa diseñado exclusivamente para la lectura de temperaturas de las RTD durante la calibración.

6. La otra manera de realizar la segunda fase de calibración es utilizando el sistema de control para aumentar la temperatura de los hornos hasta aproximadamente 190°F o 200°F. Para esto se debe cerrar las puertas del horno, abrir la válvula de paso de vapor hacia el cocinador y dejar el control de la válvula reguladora de vapor al sistema de control. Una vez el horno llega a la temperatura deseada, se espera entre 10 y 20 minutos y el operador de hornos comunica al operador del sistema que ya puede iniciar la calibración, anotando en el formato de Calibración de RTD los valores medidos por el patrón y lo mostrado por la RTD en el programa diseñado exclusivamente para la lectura de temperaturas de las RTD durante la calibración.
7. Estos valores resultantes de las dos fases de calibración son ingresados en un programa diseñado para conseguir los coeficientes de calibración y cargarlos al sistema de control.

## **2.9. Mantenimiento de sistema de RTD**

Este se da en 3 sistemas: Eléctrico (SEL) electrónico de adquisición de datos; sistema electrónico o de adquisición de datos (SDAQ) y sistema de sensores (SEN).

- ✓ En el SEL se encuentran las baterías, los breakers, el cargador y las conexiones de 110VAC.
- ✓ EM el SADQ se encuentran los módulos FieldPoint, los módems inalámbricos, los convertidores DC-DC, la conexión de 24VDC, los gabinetes y tanto el computador personal (PC) como la información contenida en él.
- ✓ Dentro del SEN se encuentran los sensores de temperatura que se encuentran

instalados dentro de los hornos, incluyendo sus conexiones.

En la tabla mostrada a continuación se lista la frecuencia con la que se debe hacer mantenimiento a cada uno de los dispositivos que componen los diferentes sistemas.

*Tabla 2.- Frecuencia de mantenimiento de los dispositivos que componen los sistemas de control de temperatura de los hornos.*

<b>EQUIPO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>DETALLE</b>
<b>SISTEMA ELECTRICO (SEL)</b>		
Baterías	Semanal	Revisar el nivel de agua desmineralizada y controlarlos cuando sea necesario
	Mensual	Lavar el exterior de la batería para retirar el ácido que se sale del interior y que la va deteriorando progresivamente.
		Limpiar los bornes y mantenerlos con grasa para que no se vean afectado por el sulfato de plomo.
Breakers	Mensual	Abrir las cajas de breakers y revisarlos. Limpiarlos y evitar que proliferen cualquier tipo de insecto que pueda afectar el normal funcionamiento del equipo.
Cargador	Mensual	Revisar el cargador de baterías, chequeando que la aguja de marcación de carga registre el valor el valor correcto (tenga en cuenta el número de baterías que está cargando).
Conexión 110VAC	Semanal	Tomar medición del voltaje y revisar que las tomas estén en buen estado sin objetos extraños.

**Fuente:** Material de la Empresa



**Tabla 3.- Sistema Electrónico o de Adquisición De Datos (SDAQ)**

Módulos FieldPoint	Mensual	Realizar limpieza a los módulos y revisión de las conexiones. Chequear los voltajes de alimentación.
Módems Inalámbricos	Mensual	Realizar limpieza a los módems y revisión de las conexiones. Chequear los voltajes de alimentación.
Convertidores AC-DC	Mensual	Realizar limpieza a los convertidores y revisión de las conexiones. Chequear los voltajes de alimentación.

Fuente: Material de la Empresa

### **2.10. Procesamiento de Cocción de pescado**

Todo horno en el cual se va a realizar el proceso de cocción, incluyendo los carros que están en su interior con pescado raqueado. Además, el sistema de control del paso de vapor al horno.

**RTD:** Sensor de temperatura de las siglas en ingles de Detector de Temperatura Resistiva.

Los operadores de cocina y el supervisor de cocina realizan el proceso de cocción según el instructivo para la Operación de los cocinadores, y el control de paso de vapor desde la caldera hasta los hornos es tomado por un sistema basado en un computador.

Un operador de cocina se encuentra cerca de los hornos para realizar toda la actividad manual que requiere el proceso de operación de los cocinadores, este es el operador de hornos. Otro operador de cocina se encuentra controlando el sistema desde un computador que tiene un software diseñado exclusivamente para el control de los hornos. Este último es el operador del sistema de control

Después de ingresado los carros a los hornos, el operador de hornos introduce las RTD al pescado. Este operador le comunica al operador del sistema quien verifica que este paso sea indicado en el computador

Luego que el supervisor de cocina autoriza iniciar el proceso de cocción, el operador de hornos comunica al operador del sistema quien arranca el programa de control.

Una vez iniciado el proceso de cocción, el operador de hornos toma mediciones periódicas a la temperatura de los hornos para verificar lo marcado por el sistema de control y esta información es comunicada al operador del sistema

El operador del sistema comunica al operador de hornos cualquier anomalía que el sistema de control esté indicando en cuanto a temperaturas tanto de los hornos como del pescado para que el supervisor de cocina o el Jefe de eviscerado y cocina tomen alguna decisión como método correctivo

Una vez cumplido el tiempo de cocción estipulado por el supervisor de cocina o el pescado al cual se le introdujo el sensor ha llegado a la temperatura deseada, el operador del sistema comunica al operador de hornos o al supervisor de cocina para autorizar la apertura de los hornos.

Dado el caso que después de revisar la textura, temperatura y pérdida de peso de un pescado, sea necesario darle un sobretiempo, el operador de hornos debe informar al operador del sistema, una vez cerradas las puertas de los hornos, para reiniciar el programa de control de temperatura.

En otra de las situaciones cuando los pescados ya estén en las condiciones de cocción esperadas, pero aún hay carros que no se encuentran en esta condición, el operador de hornos comunica al operador del sistema, una vez cerradas las puertas de los hornos, para reiniciar el programa de control de temperatura. Los datos de rangos de temperatura al cual salió el pescado del horno, las condiciones de textura y el porcentaje de pérdida de peso son comunicados al operador del sistema.

Luego de finalizado el proceso de cocción, previa aprobación del Supervisor de cocina o el Jefe de eviscerado y cocina, el operador comunica al operador del sistema para finalizar el programa de control de temperatura.

## **2.11. Procedimiento Calibración y Checklist de las RTD**

De esta manera se detalla la forma y periodicidad de calibración y chequeo de las RTD. Este chequeo se hace tanto al estado físico como a la lectura que presentan dichos instrumentos de medición de temperatura.

### **2.11.1. Calibración**

El formato de calibración se utiliza cada vez que se hace calibración y el checklist es un formato que aún está en prueba para realizarle mejoras y ser más práctico al momento de realizarse la revisión diaria de las RTD.

La calibración se realiza diariamente un horno por día y durante el día. Esta será realizada por el operador de cocina que se encuentre de turno con ayuda del supervisor de cocina de turno y luego de haber finalizado el aseo del horno respectivo.

La revisión del estado físico de las RTD se hace cada vez que se realiza calibración y la revisión de las lecturas de temperatura se realiza de noche mientras se está en proceso.

### **2.11.2. Mantenimiento del Sistema**

Para el mantenimiento del sistema, éste debe ser dividido en 3 grandes grupos: sistema eléctrico (SEL), sistema electrónico o sistema de adquisición de datos (SDAQ) y sistema de sensores (SEN).

Dentro del SEL se encuentran las baterías, los breakers, el cargador y las conexiones de 110VAC.

Interiormente del SADQ se encuentran los módulos FieldPoint, los módems inalámbricos, los

convertidores DC-DC, la conexión de 24VDC, los gabinetes y tanto el computador personal (PC) como la información contenida en él.

Internamente del SEN se encuentran los sensores de temperatura que se encuentran instalados dentro de los hornos, incluyendo sus conexiones.

En la tabla mostrada a continuación se lista la frecuencia con la que se debe hacer mantenimiento a cada uno de los dispositivos que componen los diferentes sistemas.

*Tabla 4.- Frecuencia de mantenimiento de los dispositivos que componen los sistemas de control de temperatura de los hornos*

EQUIPO	FRECUENCIA	DETALLE
SISTEMA ELECTRICO (SEL)		
Baterías	Semanal	Revisar el nivel de agua desmineralizada y agregarle cuando sea necesario.
	Mensual	Lavar el exterior de la batería para retirar el ácido que se sale del interior y que la va deteriorando progresivamente.
		Limpiar los bornes y mantenerlos con grasa para que no se vean afectado por el sulfato de plomo.
Breakers	Mensual	Abrir las cajas de breakers y revisarlos. Limpiarlos y evitar que prolifere cualquier tipo de insecto que pueda afectar el normal funcionamiento del equipo.
Cargador	Mensual	Revisar el cargador de Baterías chequeando que la aguja de marcación de carga indique el valor correcto (tenga en cuenta el número de Baterías que está cargando).
Conexión 110VAC	Semanal	Tomar medición del voltaje y revisar que las tomas estén en buen estado sin objetos extraños.

Fuente: Material de la Empresa

Tabla 5.- *Frecuencia de mantenimiento de los dispositivos que componen los sistemas de control de temperatura de los hornos*

<b>SISTEMA ELECTRÓNICO O DE ADQUISICION DE DATOS (SDAQ)</b>		
Módulos FieldPoint	Mensual	Realizar limpieza a los módulos y revisión de las conexiones. Chequear los voltajes de alimentación.
Módems Inalámbricos	Mensual	Realizar limpieza a los módems y revisión de las conexiones. Chequear los voltajes de alimentación.
Convertidores DC-DC	Mensual	Realizar limpieza a los convertidores y revisión de las conexiones. Chequear los voltajes de alimentación.

Fuente: Material de la empresa

## **2.12. Procedimiento de Limpieza y Desinfección del Área de Cocina y eviscerado de pescado. TEINCO (2010)**

La limpieza en el área de cocina y eviscerado se efectúa por una persona encargada única y exclusivamente a ello, el operario de aseo interno. Su horario de trabajo será de 07:00 a 16:00, con una hora para almorzar de 12:00 a 1:00.

Además, existen dos personas que son las encargadas de terminar el proceso de entrada y salida de carros de los hornos y luego de terminar la producción se encargan de asear los hornos. Estos son los operarios de hornos diurnos cuyo horario es de 07:00 a 15:00.

Los pasos a seguir para realizar la limpieza del área de cocina y eviscerado son los siguientes, teniendo en cuenta además que en algunos días a las 07:00 aún se está eviscerando:

1. Preparar una solución de detergente agregando 4 Kg. en un tanque de 200 litros.
2. Mientras se está terminando el proceso de eviscerado el operario de aseo interno se encargará de limpiar las paredes del área utilizando cepillos y detergente.

3. Luego de finalizado el eviscerado, debe recogerse los residuos sólidos que quedan en la mesa de eviscerado y en el piso utilizando cepillos, pala y escurridores.
4. Después de hacer un aseo en seco del piso del área se debe enjuagar y escurrir.
5. Enjuagar la mesa de eviscerado con agua salada, utilizando cepillos.
6. Cepillar con detergente la mesa de eviscerado, si es necesario se debe utilizar además esponjas metálicas.
7. Recoger los residuos sólidos que caen la piso después de lavar la mesa.
8. Diariamente se debe limpiar la mesa además con ácido sobre todo en las partes donde se ha concentrado el sucio y no es fácil de quitar utilizando solo detergente, esto se hace rociándole directamente sobre dichas partes el ácido.
9. Enjuagar la mesa de eviscerado para retirar el ácido rociado.
10. Enjuagar las mesas de las sierras con agua salada retirando todo residuo sólido que le haya quedado del proceso.
11. Cepillar con detergente las mesas de las sierras y recoger del piso los residuos sólidos que caen después de lavarlas.
12. Después de lavar las mesas de las sierras se debe pasar una capa de aceite a las hojas de sierra.
13. Después de lavar la mesa de eviscerado y las mesas de las sierras se procede a lavar el piso utilizando el detergente y cepillos. Para esto es necesario hacer movimiento de carros ya lavados por el personal de lavado de bandejas. Los operarios de cocina ayudan en esta labor.
14. Seguidamente se lavan las paredes externas de los pozos incluyendo las puertas. Las paredes se lavan con cepillo y detergente y las puertas de los pozos con cepillo y/o esponjas metálicas

y detergentes. Semanalmente se debe lavar con ácido las puertas de los pozos de igual manera como se utilizó en la mesa.

15. La tubería que sale de los pozos debe lavarse con detergente utilizando cepillos de mano.
16. Al finalizar el día debe rociarse cloro al 9% en el piso, la mesa de eviscerado y demás partes donde se quiera neutralizar el olor.
17. Organizar todo el implemento de aseo y colocarlo en su sitio.

Los pasos a seguir para realizar la limpieza de los hornos son los siguientes:

1. Se debe tener en cuenta que, al iniciar el turno de los operarios de cocina diurnos, generalmente no se ha terminado el proceso de cocción. Estas personas deben terminar con el proceso y después de esto deben iniciar la limpieza de los hornos. En algunos casos pueden ayudar al operario de aseo interno en la limpieza del área de eviscerado.
2. Los operarios de cocina diurnos deben iniciar el lavado de los hornos realizando un lavado en seco: recogiendo todo residuo sólido que quede en el interior de los hornos (vísceras, restos de pescado).
3. Lavar con detergente el interior de los hornos utilizando un cepillo y la solución preparada previamente por el operario de aseo interno.
4. Enjuagar muy bien con agua de baldeo los pisos de cada uno de los hornos.
5. Semanalmente se debe raspar con una espátula las paredes internas y puertas de los hornos para quitar toda capa que se adhiere a estas.
6. Semanalmente se debe barrer en la parte superior de los hornos.
7. Organizar todo el implemento de aseo y colocarlo en su sitio.

### **2.13. Procesamiento de atún**

En este espacio la fábrica cumple con los estándares de calidad INEN (INEN; 2009), establecidos para las formas de procesar este tipo de pescado como enlatado. Las empresas que se dedican al procesamiento de atún en lata cuentan con una serie de maquinarias y equipos para la elaboración de envases y tapas de hojalata que son utilizados posteriormente en el llenado y posterior sellado de los productos en conservas. (Empesec, 2008).

Esta norma tiene por objeto “Garantizar que existan prácticas consistentes y una estandarización en la producción y la elaboración de los productos, así como también permite una ventaja competitiva y amplia participación en los mercados locales e internacionales”, (Ochoa, 2015), en varios aspectos: sociales, salud, seguridad de los trabajadores, medio ambiente y protección de los consumidores.

Ecuador es uno de los países donde están conscientes que las Normas INEN da las garantías necesarias en cuanto a seguridad y lógicamente ventas, por ello están cada cierto tiempo sometidos y buscando la certificación de sus bienes y servicios pues saben que es su “carta de presentación”, es en todo caso la calidad y confiabilidad de sus productos.

En el caso de la Industria (Archivos Internos, 2013), una de sus materias primas es el Atún, el cual lo procesa y convierte en “Atún y bonito en conserva”, esto es un compuesto por la carne de los siguientes clases de pescados,

- ✓ Thunnus alalunga;
- ✓ Thunnus albacares;
- ✓ Thunnus atlanticus,
- ✓ Thunnus obesus;
- ✓ Thunnus maccoyii;
- ✓ Thunnus thynnus;
- ✓ Thunnus tonggol;



- ✓ *Euthynnus affinis*;
- ✓ *Euthynnus alletteratus*
- ✓ *Euthynnus lineatus*
- ✓ *Katsuwonus pelamis* (sinónimo: *Euthynnus pelamis*)
- ✓ *Sarda chiliensis*;
- ✓ *Sarda orientalis*;
- ✓ *Sarda*;
- ✓ *Auxis thazar*

Cada uno de ellos sometidos a procesos de elaboración conservación y envasado de manera correcta, asegurando su esterilidad comercial durante todo el tiempo de vida útil. Esto se llama Buenas Prácticas de Manufactura para alimentos procesados del Ministerio de Salud Pública y con los Requisitos sanitarios mínimos que deben cumplir las industrias pesqueras y acuícolas.

Estas son algunas de las condiciones mínimas que la Calidad de las normas INEN (2016) mide, la forma de presentación de la masa del producto:

- ✓ sólido o lomitos (con o sin piel).
- ✓ El pescado estará cortado en segmentos transversales.
- ✓ La proporción de trozos pequeños o trozos sueltos en general no superará el 10% del peso escurrido, mínimo 1,2 cm de longitud en cada lado y mantienen la estructura original del músculo.
- ✓ La proporción de trozos de carne de dimensiones inferiores a 1,2 cm no será superior al 30% del peso escurrido
- ✓ Una mezcla de partículas y pedazos de pescado, la mayor parte de los cuales tienen menos de 1,2 cm de longitud en cada lado, pero conservan la estructura muscular de la carne

- ✓ En migas o desmenuzado. Una mezcla de partículas de pescado cocido reducidas a dimensiones uniformes, en la cual las partículas aparecen separadas y no forman una pasta.
- ✓ Ventresca es una presentación se caracteriza por ser únicamente bandas musculares procedentes de la pared abdominal.
- ✓ Los productos con pH superior a 4,6 deben recibir en su elaboración un tratamiento capaz de destruir las esporas de *Clostridium botulinum*, esto ocasiona deterioro de la materia prima.
- ✓ El producto debe presentar las características organolépticas propias del atún o bonito y de la que le confiere el medio de cobertura. 5.1.3 El atún y el bonito en conserva, ensayados de acuerdo a las normas.

Así mismo el procesamiento de pesado requiere de consideraciones específicas que garanticen el óptimo estado del producto entre estas estan:

- ✓ Las cámaras frigoríficas mantienen congelada la pesca a -20 grados centígrados, así pueden aguardar para el siguiente proceso. o Fresco o descongelamiento: En el descongelamiento del pescado, la tina se retira de la cámara y se descongela; en esta etapa se coloca la tina bajo chorros de agua, de esta manera se agiliza el descongelamiento o emparrillado, para:
  - Posteriormente llega a la parte del emparrillado, cocción, enfriamiento, raspado, división a varias líneas.
  - Generalmente en las plantas de procesamiento se usan líneas con flujos de producción rectas para que no haya estancamientos, ni conflictos en el procedimiento. En cada línea se empacan por rieles. o eviscerado.
  - En el eviscerado, se procede con el corte de pescado, con el cual se desechan las partes no comestibles del atún.

- ✓ Con este procedimiento la cola, la cabeza y las vísceras son apartadas. o Cocción:
  - En esta fase el pescado ingresa a las cámaras de vapor en las que son cocinados mediante un proceso controlado por computadoras según la temperatura adecuada y el tiempo óptimo para que se logre la textura deseada en los lomos de atún.
  - Enfriamiento: Después de la cocción, viene el proceso de enfriamiento en el que los atunes son regados con agua fría para templar e hidratar el pescado, este procedimiento se lleva a cabo con la finalidad de evitar que la piel se pegue al ser limpiado.
  - Cuarto de estabilización: A continuación, el pescado ingresa al cuarto de estabilización, el mismo que sirve para que el pescado se adapte a la temperatura, y a su vez, no tenga problemas con la limpieza. o Limpieza:
    - Una vez que los atunes han pasado por el cuarto de estabilización, proceden a las parrillas para que estos sean retirados la piel, los huesos, y así los lomos queden listos para el enlatado.
    - Enlatado: En esta fase las máquinas de presión introducen la cantidad de pescado de acuerdo con el tamaño de lata, se revisa que la consistencia sea ideal.
    - Cobertura: En la cobertura, se coloca dentro de la lata el fluido que vaya acompañar al pescado, ya sea éste agua o aceites de oliva, girasol, o de soya, dependiendo de la característica de atún que se desee producir.
    - Sellado: Posterior a la cobertura, se procede con el sellado, en el que las latas son selladas mediante máquinas que colocan tapas metálicas, pueden ser estas, lisas, tradicionales, o abre fácil.
    - Esterilización: En la esterilización, las latas ingresan a unas máquinas en las que se le somete a un proceso de temperatura y presión en el que se esteriliza el producto con la intención de garantizar el producto libre de bacterias.

- Almacenamiento: En esta etapa se mantienen las latas con el atún aisladas durante unos días para visualizar que el producto se mantenga en el mismo estado y se haya sellado correctamente. Durante este periodo el departamento de calidad ingresa a trabajar para garantizar que todo esté en orden.
- Embalaje: El embalaje consiste en colocar las latas en las cajas de cartón, para luego enviar el producto a los diferentes puntos de distribución en el país, o a su vez, cargar las cajas en los camiones para que sean llevados a los puertos en el caso de exportación.
- ✓ Entre los principales procesos esta: área de frigoríficos (cavas de congelación), limpieza del atún, llenado o embutido del atún, esterilización, embalaje y despacho del producto terminado. Todos con un control de calidad desde el inicio hasta el producto establecido según las condiciones óptimas para el consumo humano. (INEN, 2009)

## **CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. Metodología**

Por ser un trabajo de implementación de proceso se realizó en dos momentos: primero aplicando un proceso de implementación acción participante, donde los involucrados (empresa-egresado) intercambiaron espacios de conocimientos y de formación sobre el tema, para ello se aplicaron métodos: Bibliográficos, analíticos, inductivos, evaluativos, con sus respectivas técnicas; segundo aplicando un diseño del sistema de control de cocción de atún usando RTD como instrumentos de medición de temperatura. En razón de los objetivos específicos del trabajo cada uno de ellos cumple etapas dentro del proceso que fueron planificados, ejecutados y evaluados de manera que se pudo obtener en impacto del mismo mientras se realizaba.

### **3.2. Etapas:**

1. Clasificación de los instrumentos de medición de temperatura que se utilizan y el nuevo instrumento, propuesto, donde se estructura en generalidades del proceso,
2. Sistema de adquisición de datos y control, calibración de la RTD.
3. Para ello se evaluó los procesos de cocción y la relación costo – beneficio con los usos del equipo.
4. Se verificó si es corregible o no con los nuevos instrumentos de cocción
5. Y se evaluó la relación de coste de producción de forma cuantitativa en considerable en un ahorro tiempo/hora de trabajo 30% y calidad de producto en el 35%.

### **3.3. Proceso de Implementación**

En el proceso de implementación se toma en cuenta los instrumentos tanto para la medición como para el control, en el caso de la empresa este los clasifica según sus propias ventajas y limitaciones; la una se relaciona en función de los instrumentos y la segunda con la variable del proceso.

Dentro de la función del instrumento aplica la siguiente forma:

- ✓ Instrumentos ciegos,
- ✓ Instrumentos indicadores,
- ✓ Instrumentos registradores,

De manera estructural dentro de esta función también los clasifica en

- ✓ Elementos primarios
- ✓ Transmisores,
- ✓ Transductores,
- ✓ Convertidores,
- ✓ Controladores
- ✓ Elemento final de control,

Es necesario recalcar que todos ellos dentro del proceso de implementación han sido probados y evaluados de manera que su funcionalidad está comprobada en cada uno de sus elementos.

En relación a la función de la variable del proceso se compone de: instrumentos de caudal, nivel, presión, temperatura, densidad y peso específico, humedad y punto de rocío, viscosidad, posición, velocidad, pH, conductividad, frecuencia, fuerza turbidez, etc.

Esto corresponde al tipo de señales de medidas siendo independiente del sistema empleado en la señal de proceso. De este modo, un transmisor neumático de temperatura del tipo bulbo y capilar, es un instrumento de temperatura a pesar de que la medida se efectúa convirtiendo las variaciones de presión del fluido que llena el bulbo y el capilar.

Es necesario tener algunos términos conceptuales dentro del proceso de las variables aplicadas ya descritas en el marco conceptual de este trabajo:

- ✓ Variables
- ✓ Variables de entrada

- ✓ Variables de salida
- ✓ Perturbaciones,
- ✓ Variable manipulada,
- ✓ Variable controlada,
- ✓ Set point

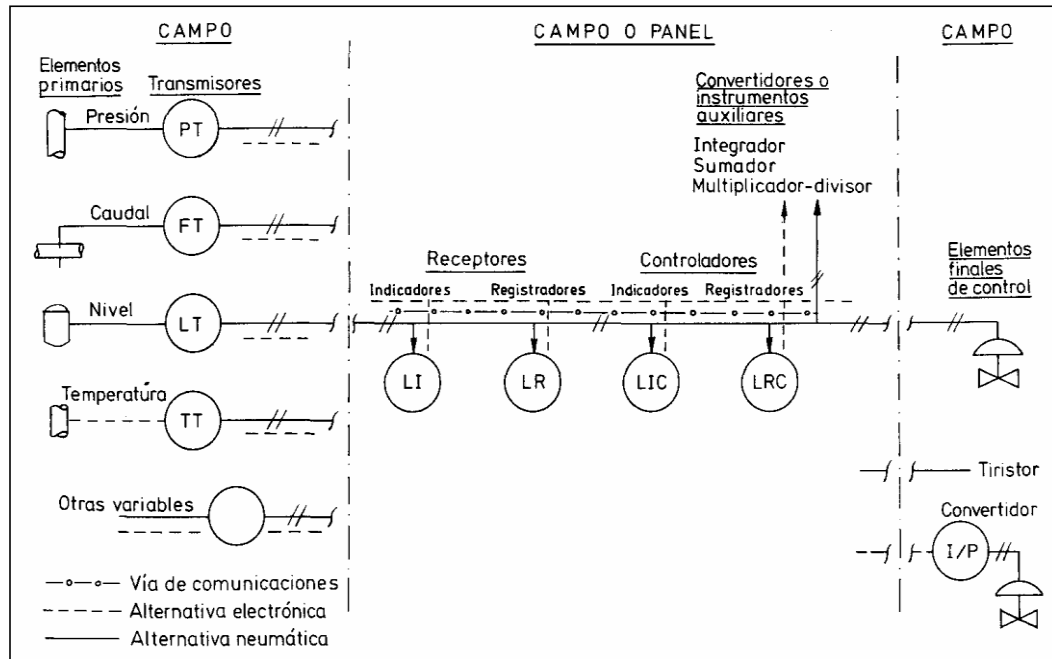


Figura 18 *Diagrama de proceso*

Fuente: Archivos Internos de la Empresa (2013)

### 3.4. Temperatura

En este apartado se toma en cuenta las medidas que se necesita en relación a la temperatura entre las usadas e importantes dentro de la implementación en los procesos industriales. Lógicamente estos tienen sus limitaciones en razón de su aplicación y precisión, destacándose la velocidad por captación de temperatura, la distancia entre el elemento de medida y el aparato receptor y por el tipo de instrumento indicador, registrador o controlador necesarios. En la figura No. 2 se evidencia todo el desarrollo de los campos de medidas de los diferentes instrumentos de medición.

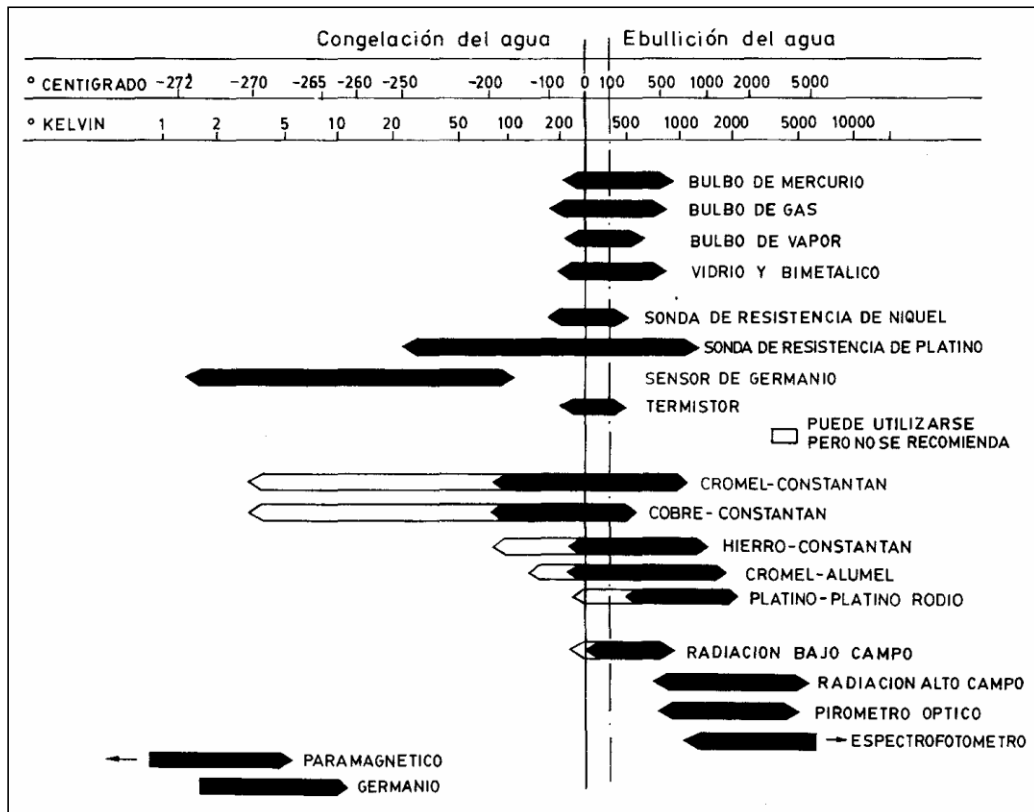


Figura 19 *Desarrollo de los campos de medidas de los instrumentos de temperatura de los diferentes modelos de medicación.*

Fuente: Cubas, (2018)

En el tema de proceso del atún, se describe los instrumentos de medición de temperaturas que son utilizados dentro de su producción:

- ✓ Termómetro De Vidrio
- ✓ Termómetro Bimetálico
- ✓ Termómetro De Bulbo Y Capilar

Como se aprecia existen varias clases de termómetro:

- ✓ Clase I: termómetros actuados por líquido
- ✓ Clase II: termómetros actuados por vapor
- ✓ Clase III: termómetros actuados por gas



- ✓ Clase IV: termómetros actuados por mercurio
- ✓ Termocuplas
- ✓ Rtd O Pt 100

## CAPITULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados del trabajo de implementación se describen según el proceso que se registró en base a los objetivos específicos.

### 4.1. Primer objetivo específico

#### **“Implementar un sistema que permita monitorear y controlar presiones de aire”**

En este apartado se detalla como el sistema de control de presión de aire, es de vital importancia para el correcto funcionamiento del sistema, las presiones correctas para que las válvulas neumáticas no excedan la presión máxima de cinco bares establecidos en el proceso para su uso.

Los circuitos neumáticos están constituidos por los actuadores que efectúan el trabajo y por aquellos elementos de señalización y de mando que gobiernan el paso del aire comprimido, y por lo tanto la maniobra de aquellos, denominándose de una manera genérica válvulas. Estos elementos tienen como finalidad mandar o regular la puesta en marcha o el paro del sistema, el sentido del flujo, así como la presión o el caudal del fluido procedente del depósito regulador.



Figura 20 Válvula reguladora de presión de aire.

Fuente: Sales (2016)

#### **4.2. Segundo Objetivo Específico:**

**“Plantear un módulo de almacenamiento de información como temperatura, presión, tipo de receta y hora de inicio de cocción, el cual permita crear una base de datos del sistema”.**

Se trabajó en base a ensayo – error – acierto, para llegar concretar cuál sería la forma exacta de hacerlo, si hizo una prueba industrial utilizando SJ+4, la cual es escogida en esta y todas las pruebas anteriores pues es la talla y especie que ingresa como materia prima a la empresa con mayor frecuencia y actualmente es el pescado que se tienen con mayor cantidad en los frigoríficos.

Por la producción diaria promedio de la empresa (50 MT), esta talla no había tenido una rotación adecuada (pescado de más de 60 días) y presenta problemas de bloques congelados en las tinas. Debido a esta situación y sumado a los inconvenientes que esto ocasiona en los subprocesos siguiente, no se estaba cumpliendo el estándar de recuperado propuesto por la gerencia.

Con las pruebas diarias de cocción con RTD se analizó lo importante que es el conocimiento de las temperaturas del horno y presión del vapor que lo alimenta y como repercuten estas variables en el proceso de cocimiento.

Durante el proceso de cocción con RTD se toman decisiones de abrir o cerrar la válvula reguladora de vapor de acuerdo a lo que indique la gráfica de temperaturas interna y externa del pescado y temperatura del horno, así:

- El control de la válvula reguladora obedece a que la temperatura interna del pescado siga un crecimiento gradual uniforme sin que la temperatura externa del pescado se incremente mucho.

- Durante el proceso o al final del mismo modificar la temperatura del horno, disminuyendo o aumentándola, para evitar migración innecesaria de líquidos hacia exterior y garantizando textura del pescado.
- Conocer por talla y especie cual es la presión de vapor de cocción ideal para evitar migración innecesaria de fluidos unicelulares del pescado hacia el exterior por rompimiento de la estructura celular debido a la velocidad con que el vapor llega al horno.

Lo más importante para todo el proceso es el control que se pueda tener durante la cocción con el sistema de las RTD pues se puede visualizar el comportamiento de las curvas de temperaturas internas y externas del pescado tomando decisiones sobre el transductor que controla la válvula reguladora de vapor y así evitar que se detengan o incrementen de manera abrupta, lo que provoca la pérdida de fluidos en el pescado de manera innecesaria.

Al final del cocimiento se toma la decisión de disminuir temperaturas del horno e igualarla a la temperatura externa del pescado. Por la inercia térmica que tiene el pescado la temperatura interna del mismo no se ve afectada y sigue su proceso de cocción que tiene una tendencia de aumento gradual. Con esto evitamos que de la parte exterior del pescado migren muchos fluidos. Esta es la variable 2 mostrada en la figura 3, la cual muestra además de manera esquemática la descripción del proceso hecha anteriormente.

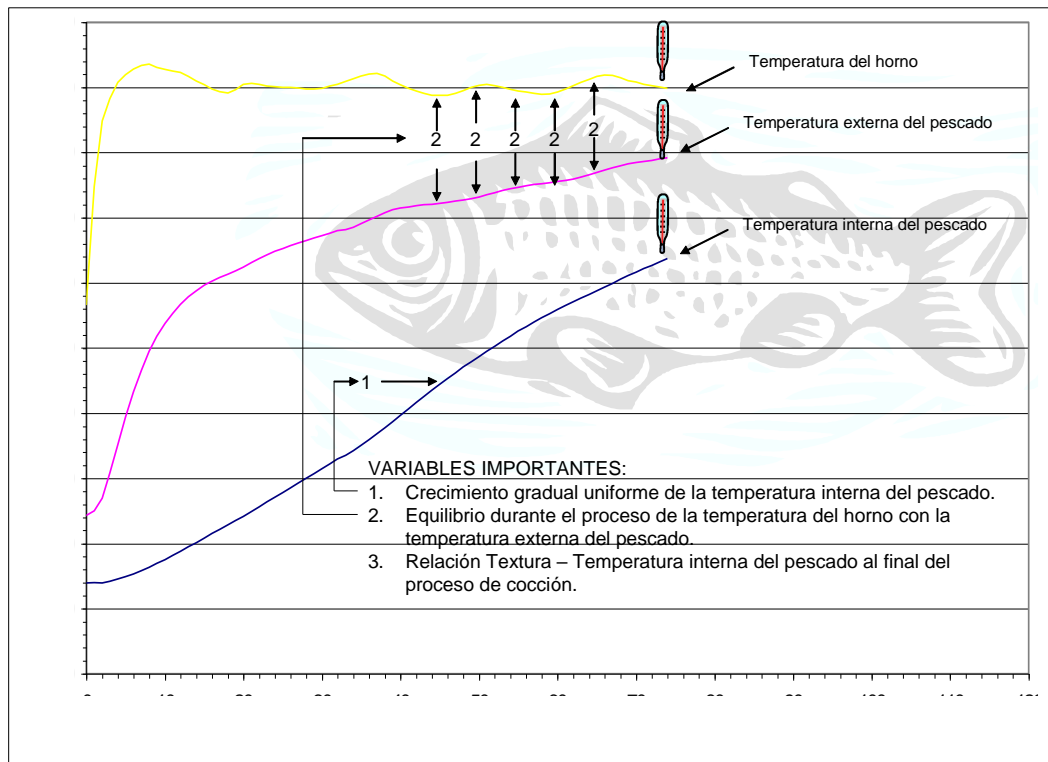


Figura 21 Descripción Analítica del cocimiento con RTD

Fuente: Cubas, (2018)

### Funciones del Personal Encargado de RTD

Para el funcionamiento del sistema de cocción con las RTD, tres personas están capacitadas y cada uno de ellos tiene una función específica cada día, teniendo en cuenta además que hay rotación diaria y semanal de los puestos de trabajo.

- ✓ Persona 1 (P1) es la persona que está en el computador durante la cocción del atún en la noche.
- ✓ Persona 2 (P2) es la persona que está en los hornos durante la cocción del atún en la noche.
- ✓ Persona 3 (P3) es la persona que está en la cocción del atún durante el día.
- ✓ Las funciones para cada uno de ellos son la siguiente:
- ✓ P1: Es el encargado de controlar el proceso desde el computador.
- ✓ Debe asegurarse cuáles son las RTD que se han insertado en el pescado, preguntándole a P2.

- ✓ Debe realizar las gráficas en Excel hasta el lote que se haya cocinado en su totalidad a las 07:30. Estas gráficas no es necesario que tengan los datos escritos de porcentaje de pérdidas y las temperaturas de salida del pescado.
- ✓ P2: Es el encargado de controlar el proceso desde los hornos directamente.
- ✓ Abrir y cerrar la válvula reguladora de vapor y de venteo.
- ✓ Debe estar en constante comunicación con P1 para informarle cuando iniciar una cocción y las horas a las que se debe revisar los hornos, en los casos en que esto se presente.
- ✓ Debe informarle a P1 cuales RTD ha utilizado como interna y externa en el pescado.
- ✓ Debe anotar tanto los porcentajes de pérdida que tienen los cortes de cada lote como los rangos de temperaturas en los que salen.
- ✓ Debe iniciar la realización del cronograma real y dejarlo listo hasta lo último realizado a las 07:00. Este cronograma debe tener los tiempos reales de cada lote en cada proceso, las toneladas de cada uno y los pozos y hornos utilizados.
- ✓ P3: Es el encargado de finalizar el proceso durante el día.
- ✓ Debe finalizar el cronograma real.
- ✓ Debe finalizar las gráficas de cocción de los lotes incluyéndole comentarios tales como temperatura de salida del pescado, porcentaje de pérdida, temperatura de cocción o cualquier otro comentario adicional que sea importante para el análisis del mismo.
- ✓ Enviar a María Fernanda el documento de programación diaria para imprimir una copia.
- ✓ Hacer anotación en el cuaderno de todo lo ocurrido en el área durante el día.
- ✓ Dejar organizada diariamente la oficina y cambiar los miércoles y viernes las “alfombras persas”.
- ✓ Debe haber una mejor comunicación entre P1 y P2.
- ✓ Debe estarse verificando constantemente el estado físico de las RTD.

### 4.3. Tercer objetivo específico:

#### **Calcular el costo – beneficio de la implementación del sistema de control de cocción del atún**

Resultados de la Prueba Industrial.

Durante varias semanas se llevaron a cabo pruebas pilotos donde se analizaron todas y cada una de las variables y resultados obtenidos lo que conllevó a realizar una prueba industrial obteniéndose los siguientes resultados:

- ✓ Se utilizan 11.2 MT de SJ+4 distribuidas en tres lotes descongelándose hasta una temperatura promedio de 34 °F. El peso promedio del pescado utilizado fue de 5.9 libras/pescado.
- ✓ En cocina se utilizó una presión de vapor de salida de caldera de 80 psi. Se cocina el pescado hasta una temperatura promedio de 142 °F, dándole al final del proceso 5 minutos a 160°F de temperatura del horno con el fin de garantizar textura para un mejor proceso de limpieza.
- ✓ En limpieza el proceso se realiza a 43 horas/hombre utilizando dos máquinas para el empaque.

Las pérdidas en máquina y recuperados fueron:

Pérdida de Máquina C:	1.92%
Pérdida de Máquina EF:	2.07%
Recuperado antes de máquina:	46.96%
Recuperado después de máquina:	45.22%
Scrap	35.06%

- ✓ El estándar de rendimiento del SJ+4 en la empresa es del 44%, por diversas situaciones se estaba obteniendo en los últimos días con proceso normal recuperados de 42 - 43% en

promedio. Se espera con el uso de las RTD y buen control del subproceso obtener un buen recuperado.

A continuación, se muestra la figura 22 obtenidas durante el proceso de cocción:

- ✓ El cocimiento el primer lote se realizó con temperatura del horno de 180 °F obteniéndose unas pérdidas de 8.36%.
- ✓ En el segundo lote se decidió cocinar a 190 °F para reducir el tiempo de cocción obteniéndose pérdidas de 9.8%.
- ✓ En el tercer lote se vuelve a cocinar con temperatura de 180 °F obteniéndose pérdidas de 8.6%.
- ✓ En estas gráficas podemos observar que el segundo lote muestra más ampliado el área entre las curvas de temperatura externa del pescado e interna del mismo al inicio del proceso.

Se puede observar que estas decisiones de aumento de temperatura del horno están muy relacionadas con las pérdidas en cocimiento, visualizándose en las curvas obtenidas. En las gráficas 23 y 24 son muy comparables las áreas comprendidas entre las curvas de temperatura interna y externa del pescado, mientras que en la gráfica 5 (lote cocinado a 190 °F) esta área se nota más ampliada.

En los resultados finales de recuperado se observó que el lote 2 fue el que dio más bajo. Con esto se concluye que por haber cocinado 190 °F se amplió el rango entre la temperatura interna y externa del pescado ocasionando mayores pérdidas de peso en el proceso

Son muy congruentes las curvas obtenidas en el cocimiento con las pérdidas resultantes y los recuperados obtenidos. Estos son los análisis que resultan del uso del sistema de las RTD lo que conllevaría a encontrar las condiciones ideales para realizar un proceso óptimo por especie y talla.



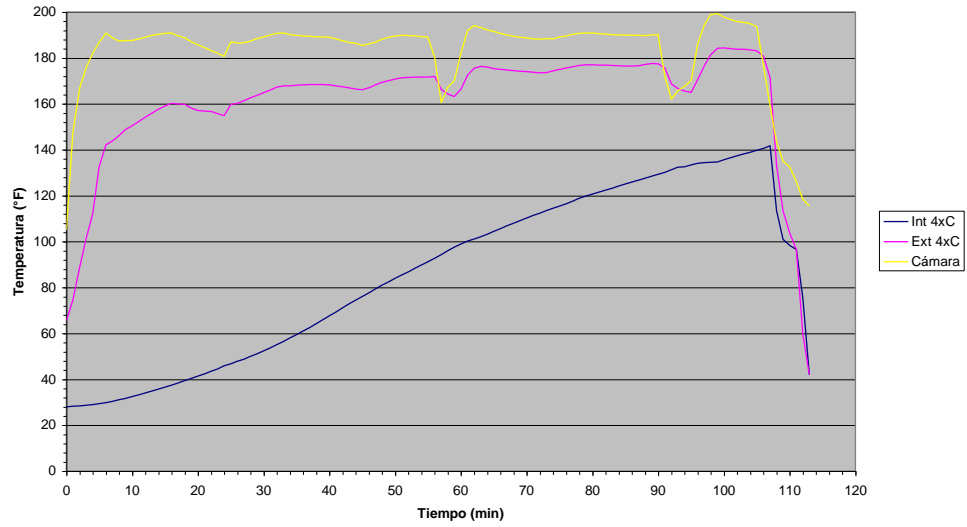


Figura 22 Cocimiento del lote 1 de la prueba

Fuente: Cubas, (2018)

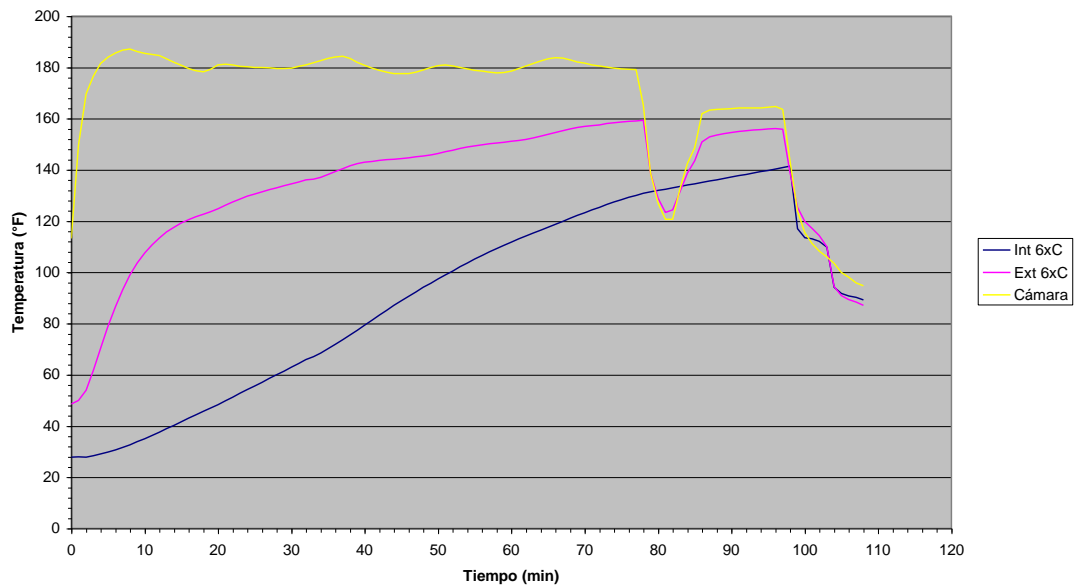


Figura 23 Cocimiento del lote 3 de la prueba.

Fuente: Cubas, (2018)



Figura 24 Prueba con las variables utilizadas

Fuente: Cubas, (2018)

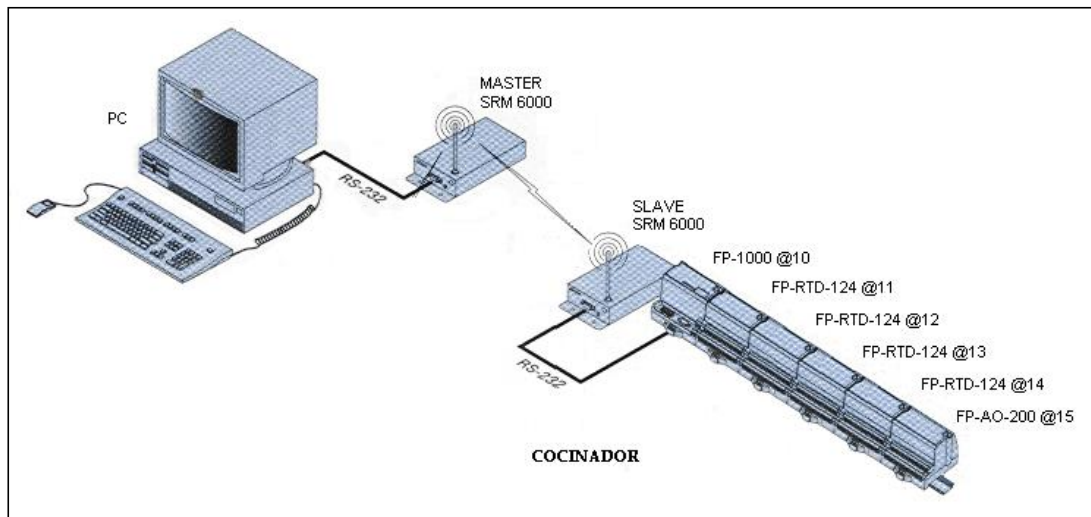


Figura 25 Nueva configuración

Fuente: Cubas, (2018)

**4.3.1. El cálculo del costo – beneficio esperado en base a la pérdida en peso antes y después de implementar el sistema RTD es el siguiente:**

*Tabla 6.- Ficha Técnica del Indicador*

<b>Nombre del Indicador:</b>	<b>Porcentaje de pérdida del pescado en cocción</b>		
<b>Objetivos relacionados:</b>	Verificar que los porcentajes de pérdidas de cocción estén dentro de los rangos establecidos y analizar la posibilidad de disminuirlos teniendo en cuenta las diferentes variables que afectan este proceso.	<b>Descripción:</b>	En la cocción hay variables que afectan las propiedades del pescado al final del proceso, el porcentaje de pérdida es un indicador que ayuda a tomar decisiones e influye en el recuperado total de materia prima.
<b>Fórmula y Unidad de medida:</b>	$\frac{\# \text{ lotes pérdida} < A}{\# \text{ total de lotes}} \times 100\%$	<b>Meta:</b>	La meta esperada es del 95% de cumplimiento. El cumplimiento del indicador se basa en que ningún lote exceda el porcentaje de pérdida "A" según el tamaño del pescado. De +2 a +7 A = 10% De +12 a +180 A = 10% Para efectos de medición, los lotes de pescado roto no se tienen en cuenta para el indicador.
<b>Periodicidad Cálculo:</b>	Diario a cada lote de producción y análisis mensual.	<b>Fuentes de datos:</b>	Sistema de Báscula y Cocimiento.

Fuente: Material de la Empresa

Tabla 7 Responsabilidades

<b>RESPONSABILIDADES</b>			
<b>Alimentar Indicador:</b>	Operador de cocina	<b>Responsable fijar meta</b>	Supervisor de cocina y Gerente técnico
<b>Responsable lograr meta:</b>	Jefe de cocina	<b>Responsable seguimiento</b>	Supervisor de cocina y Operador de cocina

Fuente: Material de la Empresa

Tabla 8.- Recuperador Histórico mensual

<b>RECUPERADO HISTORICO MENSUAL</b>				
<b>Año - Periodo</b>	<b>Medición sin RTD</b>			<b>RECUPERADO</b>
	<b>*Peq</b>	<b>*Med</b>	<b>*Gde</b>	
oct-17	80,86%	75,51%	69,05%	75.14%
nov-17	90,86%	75,51%	80,00%	82.12%
dic-17	91,12%	90,00%	89,47%	90.19%
ene-18	89,62%	41,94%	83,00%	71.52%
feb-18	83,87%	40,00%	87,50%	70.45%
mar-18	76,94%	60,00%	84,62%	73.85%
may-18	93,18%	50,00%	78,05%	73.74%
jun-18	64,10%	94,44%	82,35%	80.29%
jul-18	67,44%	86,00%	80,65%	78.03%
ago-18	58,49%	58,33%	80,56%	65.79%
sep-18	77,38%	83,33%	77,38%	79.36%
oct-18	75,00%	88,89%	88,00%	83.98%

\* Se entiende como tamaño de pescado el siguiente rango: pequeño (Peq) de 1 a 6 Libras; mediano (Med) entre 7 y 12 libras; y Grande (Gde) más de 13 libras.

**Tabla 9.-** Recuperado Histórico mensual

<b>RECUPERADO HISTORICO MENSUAL</b>				
<b>Año - Periodo</b>	<b>Medición con RTD</b>			<b>RECUPERADO</b>
	<b>*Peq</b>	<b>*Med</b>	<b>*Gde</b>	
nov-18	96,86%	91,51%	100,00%	96.12%
dic-18	98,12%	99,00%	97,47%	98.19%
ene-19	95,62%	97,94%	98,00%	97.18%
feb-19	100,00%	100,00%	98.62%	99.54%
mar-19	98.12%	96.99%	99.04%	98.05%
may-19	93,18%	97.66%	97.77%	96.20%
jun-19	98.97%	93.46%	97.33%	96.58%
jul-19	99.30%	98,00%	99.21%	98.83%
ago-19	100,00%	100,00%	98.74%	99.58%
sep-19	97.62%	99,00%	94.96%	97.19%
oct-19	96.99%	100,00%	99.54%	98.84%

Fuente: Material de la empresa

\* Se entiende como tamaño de pescado el siguiente rango: pequeño (Peq) de 1 a 6 Libras; mediano (Med) entre 7 y 12 libras; y Grande (Gde) más de 13 libras.

El costo beneficio del programa es analizado en base el recuperado histórico, el cual como se puede observar sin el programa Rtd, era menor en promedio al 90%, con el programa ya en operación el recuperado histórico subió por encima del 95%. **Frecuencia de mantenimiento de los dispositivos que componen los sistemas de control de temperatura de los hornos.**

#### **Equipo frecuencia detalle:**

##### **Sistema eléctrico (sel)**

- ✓ **Semanal** Revisar el nivel de agua desmineralizada y agregarle cuando sea necesario.
- ✓ **Lavar** el exterior de la batería para retirar el ácido que se sale del interior y que la va deteriorando progresivamente.
- ✓ **Baterías Mensual**, Limpiar los bornes y mantenerlos con grasa para que no se vean afectado por el sulfato de plomo.
- ✓ **Breakers Mensual**, Abrir las cajas de breakers y revisarlos. Limpiarlos y evitar que proliferen cualquier tipo de insecto que pueda afectar el normal funcionamiento del equipo.
- ✓ **Cargador Mensual**, revisar el cargador de baterías chequeando que la aguja de marcación de carga indique el valor correcto (tenga en cuenta el número de baterías que está cargando).
- ✓ **Conexión**, 110VAC semanal Tomar medición del voltaje y revisar que las tomas estén en buen estado sin objetos extraños.

##### **Sistema electrónico o de adquisición de datos (SDAQ)**

- ✓ **Módulos FieldPoint mensual** realizar limpieza a los módulos y revisión de las conexiones. Chequear los voltajes de alimentación.
- ✓ **Módems**, inalámbricos mensuales realizar limpieza a los módems y revisión de las conexiones. chequear los voltajes de alimentación.

- ✓ **Convertidores**, DC-DC mensual realizar limpieza a los convertidores y revisión de las conexiones. chequear los voltajes de alimentación.
- ✓ **PC (Físico) Semanal**, realizar limpieza al PC retirándole el polvo y toda suciedad que deteriore progresivamente la parte exterior del PC.
- ✓ **PC (Archivos) Semanal**, hacer copias de seguridad de los archivos guardados en las carpetas de “COCINAMIENTO” y “DOCUMENTOS COCINA” o copiar estas carpetas en otro PC que tenga igualmente instalado los programas necesarios para que en caso de daño del PC principal utilizarlo como secundario.
- ✓ **Diario** realizar limpieza en el exterior de los gabinetes y sus Gabinetes alrededores.
- ✓ **Semanal** realizar limpieza en el interior de los gabinetes con el cuidado de no afectar las conexiones eléctricas.
- ✓ **Conexión**, 24VDC semanal tomar medición del voltaje y revisar que las tomas estén en buen estado sin objetos extraños.

#### **Sistemas de sensores (SEN)**

- ✓ **RTD Diario**, Revisión del estado físico de las RTD antes de iniciar el proceso de cocción y al finalizar la limpieza de los cocinadores.
- ✓ **Semanal** revisión física de las conexiones eléctricas realizadas a las RTD y el cable de extensión.
- ✓ **Conexiones**, diario diagnóstico de las conexiones eléctricas con ayuda de las lecturas de temperaturas indicadas en el PC. Esto también sirve para chequear el normal funcionamiento de todos los equipos de adquisición y transmisión de datos

#### 4.4. Conclusiones

Se ha podido tener mejor control sobre el proceso de cocción de atún, teniendo en cuenta el control con los “Foxboros”, no ha sido el adecuado, ya que estos no presentan óptimas condiciones físicas y operativas.

Se puede tener un control minucioso sobre la temperatura del horno y además se puede cambiar en el proceso el “set point” de ésta variable sin que incida sobre los equipos a largo plazo, por el contrario, en los “Foxboros” no recomienda (personal de mantenimiento) cambiar constantemente el “set point”, ya que a largo plazo puede ocasionar deterioro del sistema, es decir resorte y varillas que no se encuentran en perfecto estado.

Con el control de temperatura del horno RTD se ha obtenido una estabilidad de esta variable durante el proceso. Periódicamente se ha comprobado que las temperaturas marcadas por las RTD sean las apropiadas en cada horno y los resultados han sido contundentes. Es así que las variaciones de temperatura de los mismos son de  $\pm 2^\circ \text{F}$ , en promedio, mientras que con los “Foxboros” es hasta de  $\pm 10^\circ \text{F}$ .

El control con las RTD permite que las personas encargadas del proceso de cocción le resultan fácil controlar las subidas y bajadas de temperatura del horno, por lo tanto, este tiempo puede ser invertido en el enfoque en otros asuntos de importancia. Tales como, verificar la textura del pescado tanto en la entrada como salida del horno, verificar la temperatura con la cual el pescado entra al horno, mejorara en la medida de lo posible la clasificación del pescado por peso y no por volumen y estudiar la posibilidad de adelantar el proceso siempre y cuando no se vea afectado.

Al no darse cambios bruscos de temperatura del horno durante el proceso, el pescado no va a sufrir muchos daños en su parte exterior, mejorando así la textura del pescado al final del proceso y con ello la apariencia en la mesa y al final un mejor resultado.



El sistema permite una mejor visualización de temperatura, tomando decisiones oportunas y en el momento exacto. Así mismos se consigue una implementación rápida de diversos métodos de cocción, que al final influyan en el recuperado de manera positiva.

La decisión de finalizar el proceso de cocción del atún no debería ser dado por el sistema sino por la persona encargada del proceso pues es quien tiene una retroalimentación de otras variables también importantes en el mismo, además de la temperatura del pescado, que son: la textura, la pérdida, y la apariencia física del pescado.

El número de cajas obtenidos con el proceso anterior era de 42 cajas por toneladas de atún cocinado, pero con el sistema RTD se logran conseguir 52 cajas usando los mismos recursos, en cálculos porcentuales de ganancias se estima en un 16,5% de rentabilidad. Esto también se traduce en el ahorro de energía al tener menos tiempos los equipos encendidos que corresponde a una hora diaria de consumo que equivale aproximadamente \$80,00 diarios, y la disminución de personal en el transcurso de su aplicación, por lo menos dos salarios básicos mensuales.

#### **4.5. Recomendaciones**

Para mantener el compresor de alimentación de aire en estado óptimo, se recomienda cumplir con los mantenimientos tanto preventivos como predictivos para evitar que se paralice el flujo de aire en la línea de abastecimiento.

Las líneas conductoras, así como las válvulas de regulación también deben de ser mantenidas en estado operativo, evitar que se corroan o evitar fugas para aprovechar al máximo las características de los elementos.

El módulo de almacenamiento tiene un programa donde muestra en la pantalla del computador todos los detalles de la cocción que se está realizando, por lo que se debe tener una protección antivirus completa, actualizada y en funcionamiento que minimice los riesgos de daños en el programa, así mismo que dicho procesador sea de la capacidad requerida y su uso sea solo limitado al trabajo de cocción de pescado.

El personal encargado del el raqueo, clasificación, descongelado y cocción del pescado debe estar capacitado de forma correcta, para que sea aprovechado en su máxima capacidad cada cocinada, y evitar perdida de recurso en la operación, así mismo los hornos deben de estar óptimos sin fugas de precio para que con el tiempo calculado para cada cocinada sea suficiente ya que si no se calcula el tiempo correcto en cada parada la pérdida de recursos podría ocasionar mermas en las ganancias.

## BIBLIOGRAFIA

- Alvarez N. (s/f). Síntesis Recuperado de <http://www.fi.uba.ar/laboratorios/lscm/SITIOCON.htm>.
- Andina, C. Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Resolución 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2005. Lima: Dezain Graffic, pág., 4.
- Archivos Internos de la Empresa (2011). Experiencias y pruebas realizadas en las instalaciones de la Industria Ecuatoriana productora de alimentos C.A.
- Archivos Internos de la Empresa (2013). Conceptos básicos de control e instrumentación industrial. Manta.
- Archivos Internos de la Empresa(2006). Notas técnicas 1, 2, 3 y 4. Propiedad de la empresa. Manta.
- ATUNEC. (2014). Estado del Atún en el Ecuador. Manta: Autor. Recuperado el 9 de agosto de 2014, de <http://www.atunosecuador.com/>: Autor.
- Autoridad Portuaria de Manta. (2014). Autoridad Portuaria de Manta. Recuperado el 9 de agosto de 2014, de <http://www.puertodemanta.gob.ec/quienes-somos/ventajas-comparativas-y-competitivas>: Autor PRODUCTION-INVENTORY SYSTEMS: PLANNING AND CONTROL
- Cabrera, M. & Cando, E. (2011). Diseño de la Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional en el Ingenio Azucarero San Carlos SA Según la Norma Oshas 18001-2007.
- Consejo de Auditoria Interna General de Gobierno de Chile. (2015). DOCUMENTO TÉCNICO N° 75 Versión 0.2. Retrieved from <http://www.auditoriainternadegobierno.gob.cl/wp->

content/uploads/2017/01/DOCUMENTO-TECNICO-N%C2%B0-75-V02-TECNICAS-Y-HERRAMIENTAS-PARA-EL-CONTROL-DE-PROCESOS-Y-LA-GESTION-DE-LA-CALIDAD.v2.pdf.

Cortés, J., & Díaz, J. (2007). Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene del trabajo. Editorial Tebar

Creus, A. (1998) Instrumentación Industrial. 6ª edición. Alfaomega –Marcombo. 750p.

Cubas C. (2018). Informe Técnico de Aplicación del RTDS, Archivos Internos de la Empresa Primera Edición Manta. Ecuador.

Denton, D. K. (1985). Seguridad industrial: administración y métodos. McGraw-Hill.

Elwood S & Taubert W. (2005) Manual Práctico De Diseño De Sistemas Productivos, Ediciones Limusa

García J- (2014) Teoría de Colas. Universidad Politécnica de Cataluña. Curso 2010/2011. Sitio WEB [www.chilecont.cl](http://www.chilecont.cl), visitado por última vez 7 de febrero de 2019.

Gieck, K. & Gieck, R. (2003). Manual de fórmulas técnicas. 75th ed. México: Alfaomega.

Harari, R., Gheri, R., Comi, N., Banguera, M., Leocata, G., & Harari, J. F. (2000). Trabajo y salud en Ecuador: antecedentes, experiencias, perspectivas. Abya-Yala.

Instituto Nacional de Pesca, (2009). Normas AOAC (Association of official analytical chemist-USA) 17th Edición. S/N pp.

Laboratorio., S. (2017). Sondas Pt100 & termopares para aplicaciones industriales. Retrieved 5 octubre 2019, from <https://es.omega.com/pptst/T3PROBES.html>

Ochoa, C. (2015). Análisis económico de la cadena agroalimentaria del atún en el Ecuador: con un enfoque en comercio exterior, periodo 2007-2013 (Tercer nivel: Economista). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Economía.

- Pérez, R. (2011). Desarrollo de un simulador conductual para la formación en gestión empresarial basada en LEAN (Tercer nivel: Ingeniería de Telecomunicación). Universitat Politècnica de Catalunya.
- Preston-T. (1990). The International Temperature Scale of 1990 (ITS-90). Sèvres. Francia. Metrología. Recuperado de <https://www.lacommet.go.cr/index.php/temperatura/mediciones-de-temperatura>.
- RTD's Designed for Underwater or Underground Use. (2003). Manual de Waterproof RTD. Estados Unidos. Retrieved from <http://www.advindsys.com/RTD-Waterproof.htm> 1 of
- Rua.ua.es. (2016). [online] Available at: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/34475/1/Mecanismos%20de%20transmisi%C3%B3n%20de%20calor%20%28CONDUCCION%2C%20CONVECCION%2C%20RADIACION%29.pdf> [Accessed 4 Mar. 2019].
- Sales. (2016). Thermometrics Corporation. Retrieved 5 October 2019, from <https://www.thermometricscorp.com/detdelatemde.html>
- Sanz, D. (2017). Formas de transferencia de calor: conducción, convección y radiación. [online] Actitud ecológica. Available at: <https://actitudecologica.com/formas-de-transferencia-de-calor/> [Accessed 4 Mar. 2019].
- Universidad de Chile. (2002). MODELO DE DISEÑO Y EJECUCIÓN DE ESTRATEGIAS DE NEGOCIOS. Chile: Departamento de Ingeniería Industrial. Retrieved from <http://dii.uchile.cl/~ceges/publicaciones/ceges35.pdf>

## ANEXOS

## Anexo 1 Ficha Técnica del Indicador

	<b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>	<b>IT 1.4.1-1</b>
<b>I.T.</b>	<i>Calibración de las RTD's</i>	<b>Área/Sección</b>
<b>RESPONSABLE:</b>	<b>Operadores de cocina / Jefe de eviscerado y cocina</b>	Cocina

<b>OBJETIVO:</b>	<b>ALCANCE:</b>
Realizar el proceso de calibración de los sensores de temperaturas del sistema de control (RTD's) para obtener temperaturas tanto del pescado como del cocinador confiables y lo más cercanas a lo real.	Los sensores de temperaturas del sistema de control de los hornos (RTD's) que se encuentran conectados y en funcionamiento dentro de los hornos.

<b>NORMAS, POLÍTICAS Y CONCEPTOS GENERALES</b>
<p><b>RTD:</b> Sensor de temperatura de las siglas en ingles de Detector de Temperatura Resistiva.</p> <p><b>Mufla:</b> Dispositivo eléctrico utilizado para calentar.</p>

<b>No.</b>	<b>Actividad</b>
<b>1</b>	Para iniciar el proceso de calibración de las RTD's se debe tener un horno disponible, es decir vacío y limpio.
<b>2</b>	Previo al proceso se debe haber puesto a congelar una funda de agua para realizar la primera fase de la calibración.
<b>3</b>	El proceso de calibración se divide en dos fases: la calibración en frío y la calibración en caliente.

No.	Actividad
4	En la primera fase se realiza la calibración en frío utilizando un recipiente lleno de pedazos de hielo inmersos en una pequeña cantidad de agua para permitir la homogenización de la temperatura. En este recipiente son introducidos tanto la RTD como un sensor patrón. Se anotan en el formato <a href="#">de Calibración de RTD's</a> los valores medidos por el patrón y lo mostrado por la RTD en el programa diseñado exclusivamente para la lectura de temperaturas de las RTD's durante la calibración.
5	En la segunda fase se realiza la calibración en caliente de dos maneras. Una de ellas es utilizando un recipiente lleno de agua y calentado en una mufla hasta una temperatura cercana a la de evaporación. Luego que el agua este a una temperatura de por lo menos 10°C por debajo de la de evaporación, se introducen el termómetro patrón y la RTD. Se anotan en el formato <a href="#">de Calibración de RTD's</a> los valores medidos por el patrón y lo mostrado por la RTD en el programa diseñado exclusivamente para la lectura de temperaturas de las RTD's durante la calibración.
6	La otra manera de realizar la segunda fase de calibración es utilizando el sistema de control para aumentar la temperatura de los hornos hasta aproximadamente 190°F o 200°F. Para esto se debe cerrar las puertas del horno, abrir la válvula de paso de vapor hacia el cocinador y dejar el control de la válvula reguladora de vapor al sistema de control. Una vez el horno llega a la temperatura deseada, se espera entre 10 y 20 minutos y el operador de hornos comunica al operador del sistema que ya puede iniciar la calibración, anotando en el formato de Calibración de RTD's los valores medidos por el patrón y lo mostrado por la RTD en el programa diseñado exclusivamente para la lectura de temperaturas de las RTD's durante la calibración.
7	Estos valores resultantes de las dos fases de calibración son ingresados en un programa diseñado para conseguir los coeficientes de calibración y cargarlos al sistema de control.

## Anexo 2 Metodología de Cocción con RTD

	<b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>	<b>IT 1.4.1-1</b>
<b>I.T.</b>	<i>Proceso de cocción con RTD</i>	<b>Área/Sección:</b>
<b>RESPONSABLE:</b>		Genérico
<b>OBJETIVO:</b>		<b>ALCANCE:</b>

<b>1. NORMAS, POLÍTICAS Y CONCEPTOS GENERALES</b>	
<b>No.</b>	<b>Actividad</b>
<b>1</b>	
<b>2</b>	
<b>3</b>	
<b>4</b>	
<b>5</b>	
<b>6</b>	



## Anexo 3 Operación de Cocción

	<b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>	<b>IT 1.4.1-1</b>
<b>I.T.</b>	<i>Operación de cocción con RTD's</i>	<b>Área/Sección:</b>
<b>RESPONSABLE:</b>	<b>Supervisor de cocina / Operador de cocina</b>	Cocina

No. Rev.	Fecha Revisión	Revisado por:	Aprobado por:	Pág. No.
0	29-Septiembre-2019	_____ Representante de la Dirección	_____ Gerente de Fábrica	73/96

OBJETIVO:	ALCANCE:
Realizar el proceso de cocción de pescado con el control de un sistema basado en un computador.	Todo horno en el cual se va a realizar el proceso de cocción, incluyendo los carros que están en su interior con pescado raqueado. Además, el sistema de control del paso de vapor al horno.

<b>NORMAS, POLÍTICAS Y CONCEPTOS GENERALES</b>	
RTD: Sensor de temperatura de las siglas en ingles de Detector de Temperatura Resistiva.	
No.	Actividad
<b>1</b>	Los operadores de cocina y el supervisor de cocina realizan el proceso de cocción según el instructivo para la <b>Operación de los cocinadores</b> , y el control de paso de vapor desde la caldera hasta los hornos es tomado por un sistema basado en un computador.
<b>2</b>	Un operador de cocina se encuentra cerca de los hornos para realizar toda la actividad manual que requiere el proceso de operación de los cocinadores, este es el operador de hornos. Otro operador de cocina se encuentra controlando el sistema desde un computador que tiene un software diseñado exclusivamente para el control de los hornos. Este último es el operador del sistema de control.
<b>3</b>	Después de ingresado los carros a los hornos, el operador de hornos introduce las RTD's al pescado. Este operador le comunica al operador del sistema quien verifica que este paso sea indicado en el computador.
<b>4</b>	Luego que el supervisor de cocina autoriza iniciar el proceso de cocción, el operador de hornos comunica al operador del sistema quien arranca el programa de control.
<b>5</b>	Una vez iniciado el proceso de cocción, el operador de hornos toma mediciones periódicas a la temperatura de los hornos para verificar lo marcado por el sistema de control y esta información es comunicada al operador del sistema.

<b>6</b>	El operador del sistema comunica al operador de hornos cualquier anomalía que el sistema de control esté indicando en cuanto a temperaturas tanto de los hornos como del pescado para que el supervisor de cocina o el Jefe de eviscerado y cocina tomen alguna decisión como método correctivo.
<b>7</b>	Una vez cumplido el tiempo de cocción estipulado por el supervisor de cocina o el pescado al cual se le introdujo el sensor ha llegado a la temperatura deseada, el operador del sistema comunica al operador de hornos o al supervisor de cocina para autorizar la apertura de los hornos.
<b>8</b>	Dado el caso que después de revisar la textura, temperatura y pérdida de peso de un pescado, es necesario darle un sobretiempo, el operador de hornos debe informar al operador del sistema, una vez cerradas las puertas de los hornos, para reiniciar el programa de control de temperatura.
<b>9</b>	Dado el caso que pescados ya estén en las condiciones de cocción esperadas, pero aún hay carros que no se encuentran en esta condición, el operador de hornos comunica al operador del sistema, una vez cerradas las puertas de los hornos, para reiniciar el programa de control de temperatura. Los datos de rangos de temperatura al cual salió el pescado del horno, las condiciones de textura y el porcentaje de pérdida de peso son comunicados al operador del sistema.
<b>10</b>	Luego de finalizado el proceso de cocción, previa aprobación del Supervisor de cocina o el Jefe de eviscerado y cocina, el operador comunica al operador del sistema para finalizar el programa de control de temperatura.

No. Rev.	Fecha Revisión	Revisado por:	Aprobado por:	Pág. No.
0	29-Septiembre-2019	_____ Representante de la Dirección	_____ Gerente de Fábrica	74/1

## Anexo 4 Operación de Cocinadores

	<b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>	<b>IT 1.4.1-1</b>
<b>I.T.</b>	<i>Operación de cocinadores</i>	<b>Área/Sección:</b>
<b>RESPONSABLE:</b>	<b>Supervisor de cocina / Operador de cocina</b>	Cocina

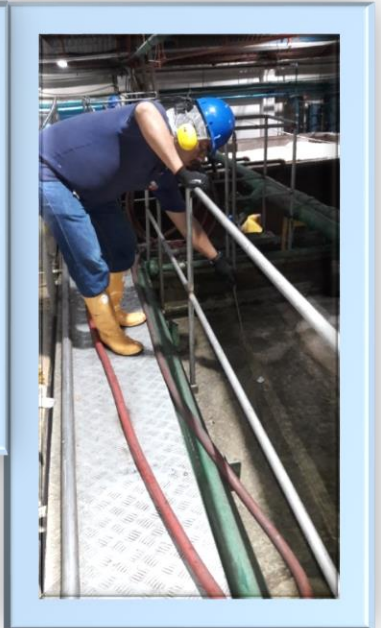
OBJETIVO:	ALCANCE:
Obtener un pescado con textura adecuada para su posterior proceso de limpieza y empaque; además de reducir la carga microbiana que en ese momento pueda tener por efectos de temperatura y/o tiempo en procesos anteriores.	Todo horno en el cual se va a realizar el proceso de cocción, incluyendo los carros que están en su interior con pescado raqueado.

<b>NORMAS, POLÍTICAS Y CONCEPTOS GENERALES</b>
<p><b>Hornos:</b> Recinto donde el pescado es cocinado.</p> <p><b>Cámara de Enfriamiento:</b> Recinto cerrado donde el pescado pasa después de cocinarse para ser enfriado hasta una temperatura apropiada para su posterior proceso por medio de nebulización de agua.</p>

No.	Actividad
1	Para iniciarse el proceso de cocción se debe tener un horno ya sea completa o parcialmente lleno con carros con pescado ya raqueados, y el Supervisor de Cocina deberá dar la autorización de iniciarlo.
2	Antes de iniciar el operador revisa la presión del aire de control y abrir las válvulas necesarias para tener control sobre la válvula reguladora de vapor.
3	El Operador de Cocina debe asegurarse que los hornos tienen ambas puertas bien cerradas para proceder a abrir la válvula de paso de vapor hacia el cocinador.
4	Luego se procede a abrirse la válvula de venteo y cerrarse hasta que la temperatura del horno alcance los 170 °F.
5	El sistema de control tomará el mando sobre la válvula reguladora de vapor para abrirla o cerrarla en la medida que el proceso lo requiera.
6	El Supervisor de Cocina anota en el <b>formato xxxxxx</b> la hora de inicio del proceso, <b>las temperaturas máximas y mínimas medidas del pescado por raqueo antes de cocinarse, el promedio de las temperaturas del pescado por raqueo.</b>
7	La temperatura a la cual se dará el proceso de cocción será estipulada por el Jefe de Eviscerado o Cocina de acuerdo a información suministrada por el Gerente de

No.	Actividad
	Operaciones sobre el producto a realizarse o si el lote se encuentra bajo algún tipo de observación. Esta temperatura de cocción puede oscilar entre 170°F y 210°F.
8	Alcanzada la temperatura de cocción, el pescado se cocina por el tiempo que el Supervisor de Cocina estime de acuerdo a las condiciones del pescado en cuanto a temperatura a la cual se encontraba al iniciar la cocción, el peso y la temperatura que debe alcanzar el pescado al final del proceso, el cual no debe ser menor a 120°F.
9	Una vez completado el tiempo de cocción estipulado, el operador le informa al Supervisor de cocina quien autoriza abrir el horno.
10	El Operador procede a cerrar la válvula de paso de vapor hacia el cocinador, abrir la válvula de venteo y les da la instrucción a los Operarios de cocina de abrir el horno, para sacar un carro y que el Supervisor revise tanto la temperatura como la textura del pescado
11	Si en el horno los carros son con pescado entero, el Supervisor y/o Operador de cocina revisan primero los carros con el mayor número de pescados por canastas y continúa de manera descendente hasta llegar a los carros con el menor número de pescados por canastas.
12	Si por el contrario en los hornos los carros son con pescado cortados, se revisan primero los carros con el menor peso y se continúa de manera ascendente hasta llegar a los carros con el mayor peso.
13	El Supervisor toma temperaturas a los pescados de manera aleatoria en los carros.
14	Los carros que tienen la temperatura requerida se sacan del horno y el Operario lo lleva hasta la báscula. El basculero le amarra una etiqueta con información del peso del carro después de cocido y el Operador de Enfriamiento anota en el formato xxxx el peso del carro, la hora de salida del horno, la temperatura promedio y el porcentaje de pérdida.
15	Los carros que aún no tienen la temperatura requerida se cocinan por un tiempo adicional hasta alcanzarla. Este tiempo también es estipulado por el Supervisor de cocina y la verificación de temperatura se realiza el número de veces necesarios hasta que el pescado alcance la temperatura deseada.
16	Para reiniciar el proceso de cocción el operador de cocina abre la válvula de paso de vapor hacia el horno y pasados 3 minutos cierra la válvula de venteo.
17	Los Operarios de Cocina llevan hasta la Cámara de Enfriamiento los carros que el Supervisor y/o Operador de cocina autorizan. En esta cámara permanecen hasta alcanzar la temperatura adecuada para su posterior proceso de limpieza.
18	El supervisor anota en el formato xxx la temperatura más alta y la más baja encontrada y su promedio. En este formato también anota el peso promedio de las canastas por corte o raqueo y el número de carros por corte o raqueo.
19	Si se llegase a presentar algún daño de la báscula de cocina, el proceso de cocción no se detiene y el Supervisor controlaría la salida de los carros del horno solo teniendo en cuenta las variables de temperatura del pescado y textura. El porcentaje de pérdida es la tercera variable también importante para este proceso pero en este caso no se controlaría.

Anexo 5 *Descongelado de Pescado*



FUENTE: El autor

*Eviscerado*



FUENTE: El autor

*Cocción*



Fuente: El autor

*Nebulizado*



Fuente: El autor