



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA EN TIEMPO REAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE
AGREGADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ACUERDO CON LA NORMA COGUANOR
NTG 41007**

Luis Carlos Alcázar Menéndez

Asesorado por el MSc. Ing. Edgar Ernesto Guevara Velásquez

Guatemala, abril de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA EN TIEMPO REAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE
AGREGADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ACUERDO CON LA NORMA COGUANOR
NTG 41007**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS CARLOS ALCÁZAR MENÉNDEZ

ASESORADO POR EL MSC. ING. EDGAR ERNESTO GUEVARA
VELÁSQUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, ABRIL DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Orlando Posadas Valdéz
EXAMINADOR	Ing. Manuel Gilberto Galván Estrada
EXAMINADOR	Ing. Victor Herbert de León Morales
SECRETARIA	Ing. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EN TIEMPO REAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ACUERDO CON LA NORMA COGUANOR NTG 41007

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 18 de noviembre de 2022.

Luis Carlos Alcázar Menéndez



EEPFI-PP-2145-2022

Guatemala, 18 de noviembre de 2022

Director
Williams G. Álvarez Mejía
Escuela De Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ing. Álvarez

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EN TIEMPO REAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ACUERDO CON LA NORMA COGUANOR NTG 41007**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Sistemas Integrados de Gestión - Sistemas de modelos de gestión**, presentado por el estudiante **Luis Carlos Alcazar Menéndez** carné número **201020128**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Edgar Ernesto
Guevara Velásquez
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 15,404
Mtro. Edgar Ernesto Guevara Velásquez
Asesor(a)


Mtro. Kenneth Lubeck Corado Esquivel
Coordinador(a) de Maestría



Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería




EEP.EIQ.1755.2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Quimica de la Facultad de Ingenieria de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EN TIEMPO REAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ACUERDO CON LA NORMA COGUANOR NTG 41007**, presentado por el estudiante universitario **Luis Carlos Alcazar Menéndez**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingenieria en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Williams G. Álvarez Mejía; Mg.I.Q., M.U.I.E.
Director
Escuela De Ingenieria Quimica

Guatemala, noviembre de 2022



Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.396.2023

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EN TIEMPO REAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ACUERDO CON LA NORMA COGUANOR NTG 41007**, presentado por: **Luis Carlos Alcázar Menéndez**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.



IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Ariabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, abril de 2023

AACE/gaac

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por el don de la vida y obrar en mi vida y la de mi familia constantemente.
Mis padres	Por la oportunidad de desarrollarme como humano y profesional, por su incansable lucha y entrega cada día de mi vida.
Mi esposa	Por ser inspiración para este proceso y por todo su esfuerzo y ayuda para culminarlo.
Mis hermanas	Por ser ejemplo de superación, constancia y ser amigas y compañeras de aventuras.
Mis hijos	Por enseñarme que existe siempre un motivo más grande para luchar que mi propia vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por el acceso a la educación a nivel superior, por ser escuela académica y de vida. Que la grandeza de su propósito siga vigente perpetuamente.
Mis amigos	Por ser confidentes, consejeros y aliados en cada proceso personal y profesional.
Catedráticos	Por compartir su conocimiento y experiencia sin egoísmo, para así formarme académicamente en cada nivel educativo.
Mi asesor	Por su acompañamiento y guía en el desarrollo de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES.....	3
2.1. Generalidades.....	3
2.1.1. Análisis de resultados de investigaciones previas	3
2.1.1.1. Análisis a nivel internacional	3
2.1.1.2. Análisis a nivel nacional.....	10
2.1.2. Discusión de resultados de investigaciones previas	15
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
3.1. Descripción general del problema	17
3.2. Definición del problema	18
3.2.1. Problemas específicos	18
3.2.2. Delimitación del problema	19
3.2.3. Pregunta principal de investigación	19
3.2.4. Preguntas complementarias de investigación.....	19
3.3. Ubicación del área o lugar de estudio.....	20
3.4. Localización del área o lugar de estudio	21

4.	JUSTIFICACIÓN.....	23
5.	OBJETIVOS.....	25
5.1.	General	25
5.2.	Especificos	25
6.	NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	27
7.	MARCO TEÓRICO.....	31
7.1.	Proceso productivo	31
7.2.	Gestión de procesos	31
7.3.	Aseguramiento de la calidad	32
7.4.	Sistema de calidad.....	33
7.5.	Sistemas de control	33
	7.5.1. Establecimiento de estándares.....	34
	7.5.2. Medición del desempeño	34
	7.5.3. Corrección de desviaciones	35
7.6.	Información y control en tiempo real	35
7.7.	Producto.....	36
7.8.	Producto no conforme	36
7.9.	Reclamo	36
7.10.	Reproceso	37
7.11.	Costos	37
	7.11.1. Costos ocultos	37
	7.11.2. Costos de la mala calidad.....	40
7.12.	Agregados	40
7.13.	Normalización	41
7.14.	Norma Coguanor NTG 47001	41

8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO	43
9.	METODOLOGÍA	47
9.1.	Tipo de la investigación.....	47
9.2.	Diseño de la investigación	47
9.3.	Enfoque de la investigación.....	47
9.4.	Variables.....	48
9.4.1.	Operacionalización de las variables	48
9.5.	Universo y población de estudio.....	50
9.5.1.	Criterios de inclusión	50
9.5.2.	Criterios de exclusión	50
9.6.	Muestreo	50
9.7.	Métodos de recolección de datos	51
9.8.	Instrumentos de recolección de datos	51
9.9.	Procesamiento y análisis de datos	51
9.10.	Límites de la investigación.....	51
9.11.	Obstáculos (riesgos y dificultades).....	52
9.12.	Aspectos éticos de la investigación.....	52
9.13.	Autonomía	52
9.14.	Riesgo de la investigación	53
9.14.1.	Nivel 1 (sin riesgo)	53
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	55
11.	CRONOGRAMA Y COSTO DEL ESTUDIO.....	57
11.1.	Descripción detallada del cronograma y sus fases	57
11.2.	Cronograma	59

12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	61
12.1.	Costo del estudio.....	61
13.	REFERENCIAS.....	63
14.	APÉNDICES.....	67
15.	ANEXOS	79

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Planta productora de agregados para la construcción.....	20
2.	Localización del sitio de estudio	21

TABLAS

I.	Operacionalización de las variables.....	48
II.	Cronograma propuesto para el desarrollo del estudio	59
III.	Costos del estudio.....	62

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°	Grados
km	Kilómetros
km²	Kilómetros cuadrados
msnm	Metros sobre el nivel del mar
“	Minutos
%	Porcentaje
‘	Segundos

GLOSARIO

ACI	American Concrete Institute.
AGREGUA	Agregados de Guatemala, S.A.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Norma.
COP3	<i>Cost of poorly performance processes.</i>
COPQ	<i>Cost of poor quality.</i>
<i>Cloud computing</i>	Es la disponibilidad bajo demanda de recursos de computación como servicios a través de internet.
ICCG	Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala.

INE	Instituto Nacional de Estadística de Guatemala.
ISO	International Organization for Standardization.
Microsoft Excel	Es un programa informático desarrollado y distribuido por Microsoft Corp. Se trata de un software que permite realizar tareas contables y financieras gracias a sus funciones, desarrolladas específicamente para ayudar a crear y trabajar con hojas de cálculo.
NTG	Normas Técnicas Guatemaltecas.
<i>Real time system</i>	Es un sistema operativo para aplicaciones en tiempo real que procesa datos y eventos que tienen limitaciones de tiempo definidas de manera crítica.
SCADA	<i>Supervisory control and data acquisition.</i>
SEGEPLAN	Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia.

RESUMEN

El presente diseño de estudio propone determinar las consideraciones necesarias para la implementación de un sistema en línea para el control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.

En principio se partirá estableciendo la línea base del sistema de gestión para el control de calidad actualmente en operación. A partir de ella determinarán las necesidades a resolver para la implementación de un sistema en línea. Una vez resueltas las necesidades e implementado el sistema en línea se llevará a cabo una comparación de la información, retroalimentación, volumen de producto no conforme generado, reclamos y reproceso para determinar si existe una variación positiva o negativa en el rendimiento global de sistema de gestión de calidad.

Lo anterior se llevará a cabo haciendo uso del método de observación y análisis de la información obtenida en el sistema de control de calidad de una planta productora de agregados para la construcción ubicada en el municipio de Palín, Escuintla.

1. INTRODUCCIÓN

El control de calidad en la industria es un proceso que permite evaluar el cumplimiento de los requisitos de calidad determinados para un producto en específico. Estos pueden ser establecidos por algún reglamento, ley o norma aplicable y que ha sido determinada como de relevancia para la aplicación o uso del producto en cuestión.

El incumplimiento en los parámetros para el control de calidad conlleva una serie de costos adicionales a los de la operación en condiciones ideales. Estos pueden ser por reproceso de materiales, recolección de producto no conforme e incluso la compensación económica al cliente por incumplimiento de los compromisos adquiridos.

De tal forma el control de calidad cobra relevancia cuando este permite la detección oportuna de las desviaciones de los parámetros de producción para así reducir los tiempos de respuesta y con ello minimizar los riesgos de la liberación de un producto no conforme y los costos de la operación.

Este estudio se plantea con motivo de ampliar el conocimiento en la innovación e implementación de herramientas que permitan la mejora en el rendimiento global del sistema de gestión de calidad siendo esta una oportunidad que propicia un retorno atractivo para las organizaciones por los motivos planteados anteriormente.

2. ANTECEDENTES

2.1. Generalidades

A continuación, se presentan los estudios recopilados relacionados al tema de investigación en el ámbito nacional e internacional y que son de relevancia para el presente estudio de investigación.

2.1.1. Análisis de resultados de investigaciones previas

La relevancia de los estudios recopilados, tanto a nivel internacional como a nivel nacional, reside en la similitud de su propósito, metodología o enfoque con la presente investigación.

2.1.1.1. Análisis a nivel internacional

A nivel latinoamericano se pueden encontrar investigaciones de interés, algunas de ellas fueron recuperadas y aportarán al presente trabajo de investigación sirviendo como punto de partida, estas mencionan a continuación:

Para García (2018):

La presente investigación tuvo como objetivo principal diseñar y desarrollar el sistema de gestión de la calidad para el laboratorio de microbiología de la Empresa Yobel Supply Chain Management S.A, siguiendo los lineamientos definidos en los requisitos de la norma ISO 9001:2008 para lo cual se generó una estructura documentaria basada en

Documentos tales como: planes maestros, procedimientos y formatos lo que permitió la estandarización y validación de cada actividad estableciendo en la organización procesos confiables y eficientes.

El diseño del estudio es descriptivo, para ello se utilizó, instrumentos de investigación tales como las listas de verificación, encuestas y seguimiento in situ, que han permitido recolectar data e información, para un diagnóstico preciso y con ello identificar fortalezas y debilidades mostrando así la brecha que se debería cubrir para lograr la Certificación externa, la cual está sustentada en el cumplimiento de lineamientos de calidad que abarcan desde el inicio del proceso, con la recepción, manejo y análisis microbiológico de las muestras hasta el fin del proceso con la emisión del informe final. (p. 6)

El trabajo de investigación elaborado por García (2018), es relevante para el presente trabajo de investigación ya que, al igual que en dicho estudio, se pretende que por medio de la aplicación de la metodología del análisis descriptivo hacer un levantamiento de una línea base del sistema de control de calidad para determinar las necesidades de desarrollar documental y estructuralmente todo lo requerido para dar el cumplimiento deseado al sistema de control de calidad.

Chuquimia (2020) en su trabajo realizó la aplicación de un cuadro de manejo integral para mejorar la efectividad en la implementación del sistema de gestión de la calidad bajo la norma ISO 9001:2015 en una empresa de servicios de monitoreo GPS. En la mayoría de las empresas que implementan y logran implementar sistemas de gestión de calidad bajo la Norma ISO 9001:2015 que en algunos casos presentan inconsistencias en el tiempo evidenciando una inadecuada eficiencia y eficacia de los recursos para la organización. Se pueden establecer algunos indicadores, pero estos no son objeto de seguimiento en el

momento adecuado y necesario, de tal manera que permita a la organización aplicar los controles necesarios en el tiempo oportuno.

Para Chuquimia (2020):

El propósito de la presente tesis es establecer una propuesta de cuadro de manejo integral que ayude a mejorar el control y realizar un seguimiento efectivo de los indicadores en una organización que cuenta con un sistema de gestión de calidad ISO 9001: 2015.

La implementación de sistemas de gestión de calidad en los últimos años se ha incrementado notablemente lo que brinda a las empresas del entorno nacional un panorama muy favorable para el incremento de la mejora continua de las empresas otorgándole incluso ventajas competitivas.

En la presente tesis se propone el desarrollo de un cuadro de manejo integral para optimizar o mejorar la efectividad de la implementación, el seguimiento y control del sistema de gestión de calidad de una empresa que brinda el servicio de monitoreo de unidades vehiculares, la cual tiene más de 20 años en el mercado.

Como punto inicial se tiene el implementar un sistema de gestión que aún no mejora la efectividad en los procesos clave de la empresa motivo por el cual considerando este punto de partida se formula un cuadro de manejo integral alineado a los procesos claves para mejorar la efectividad de los procesos y conseguir un incremento en la satisfacción de los clientes. (p. 4)

Al igual que en el estudio desarrollado por Chuquimia (2020), en el presente trabajo de investigación, se pretende proponer el desarrollo de una herramienta para el control del proceso por medio de la aplicación de herramientas de gestión y de esa forma optimizar la toma de decisiones en la búsqueda de dar solución a las desviaciones detectadas.

Para Cruzado (2019):

Implementación de un sistema SCADA en la nube para mejorar el servicio de monitoreo y control remoto de una planta de tratamiento de agua potable en lima norte 2015 – 2018. Resumen: La presente tesis consiste en realizar la Implementación de un sistema SCADA mediante el modelo negocio *Cloud Computing* para mejorar el servicio de monitoreo y control remoto de una planta de tratamiento agua potable en Lima Norte, en el que se pretende obtener mayor disponibilidad del sistema SCADA con el fin de aumentar la productividad con los procesos de captación, producción y su distribución a los reservorios de Lima Norte.

La metodología para el estudio de dichos procesos emplea, en primer término, un diagnóstico de la situación actual con la finalidad de identificar los problemas e incidencias ocurridos con el sistema SCADA y por consiguiente conocer sus causas y orígenes. Estas causas se transformaron en oportunidades de mejora, de las cuales permitieron determinar el grado de eficiencia con el modelo de negocio *Cloud Computing* en el que se demostró a través de los tiempos medios de falla, tiempo medios de reparación.

Por consiguiente se logró determinar el grado de satisfacción con el cliente desarrollando una encuesta de calidad y el horario de

abastecimiento de agua potable para la población de lima norte. En el diagnóstico se identificó que la empresa SEDAPAL, tenía dificultades con el sistema SCADA (supervisión, control y adquisición de datos) en la captación, producción y distribución de agua potable que son monitoreados, controlados y supervisados desde un centro de control. La planta Huachipa carece de capacidad en la gestión de servicios informáticos y la gestión de TI, se han presentado problemas de lentitud, caídas, fallas, indisponibilidad al sistema SCADA, incapacidad de respuesta a las incidencias, descontrol del inventario de equipos, costo por licenciamiento, energía por lo cual se planteó implementar un sistema SCADA mediante el modelo de negocio cloud computing como solución a los mismos. (p. 14)

Cruzado (2019) da como resultado lo siguiente:

Como resultado se obtuvo una reducción de tiempo entre los años 2015, 2016 y 2017 permitiendo mejorar el tiempo medio entre fallas con un tiempo de 2.52 horas al 0.94 horas, así mismo se logró con el Tiempo Medio para Reparar al sistema SCADA de 6.62 horas al 0.04 horas, y el porcentaje de disponibilidad del sistema SCADA en la nube se logró de 90.75 % a 99.97 %. Se Determinó el grado de satisfacción con el cliente con la implementación de una encuesta de servicios del abastecimiento de agua potable que se brinda a Lima Norte, considerando una muestra de 100 clientes domésticos con conexión, como resultado pudimos obtener un porcentaje de 5 % muy insatisfecho, 10 % insatisfecho, 20 % Indiferente, 30 % Satisfecho, 35 % Muy Satisfecho de un total del 100 %. De igual manera se logró medir las características del agua potable (Presión, olor, sabor y color) como resultado pudimos obtener un

porcentaje de 11 % muy insatisfecho, 10 % insatisfecho, 15 % Indiferente, 20 % Satisfecho, 44 % Muy Satisfecho de un total del 100 %.

El impacto de la nube en los modelos de utilización de TI, aporta valor a la comunidad en general y nos permite el acceso ubicuo, adaptado y bajo demanda en red a un conjunto compartido de recursos de computación que pueden ser rápidamente aprovisionados y liberados con un esfuerzo de gestión reducido o interacción mínima con el proveedor del servicio y tener una mejor visión de nuevos objetivos de negocio. (p. 14)

Tal como Cruzado (2019), establece como método para la mejora del monitoreo y control de una planta de tratamiento de agua potable por medio de la implementación de un sistema SCADA, se pretende proponer la implementación de un sistema para la supervisión controlada y la recopilación de datos en cuanto al proceso de control de calidad en la producción de agregados para la construcción.

Según Cerdas (2017):

Diseño de una propuesta de proceso para la correcta ejecución del control de calidad en los agregados, bloques, adoquines y complementos fabricados en los 11 centros de producción de Grupo Pedregal. Resumen: Este proyecto fue desarrollado en la empresa Grupo Pedregal ubicada en San Antonio de Belén, Heredia y consistió en diseñar una propuesta de proceso para la correcta ejecución del control de calidad de los agregados, bloques, adoquines y complementos fabricados en sus 11 centros de producción. Su objetivo principal fue diseñar un proceso que permita la gestión de la generación de muestreos, ensayos e informes de calidad para estos productos de una manera eficiente y segura.

En la etapa de diagnóstico del proyecto se analizó la estructura procedimental actual del sistema de control de calidad con el fin de identificar los clientes internos y determinar y priorizar sus necesidades más importantes, las cuales fueron posteriormente traducidas a características de diseño para la propuesta de proceso. En esta etapa también se desarrolló la medición del trabajo realizado actualmente en el laboratorio de control de calidad con el objetivo de conocer su tiempo productivo y su capacidad para ser considerados dentro del diseño de la propuesta de solución.

En la etapa de diseño fueron desarrolladas dos propuestas de proceso distintas, la primera de ellas diseñada bajo un escenario ideal y la segunda diseñada bajo las condiciones de restricción planteadas por la empresa. Para diseñar estas propuestas primeramente fue necesario definir su estructura general, para posteriormente evaluar e incluir todos los recursos necesarios para su diseño, la etapa finalizó con la construcción detallada de la arquitectura de ambas propuestas mediante diagramas de flujo de proceso. Finalizado el diseño se desarrolló un análisis económico comparativo entre ambas propuestas en donde se obtuvo que la propuesta que mejor se adapta a las restricciones financieras de la empresa es la propuesta número dos debido a que esta es la que presenta el costo anual equivalente menor.

El proyecto finaliza con la validación de las propuestas diseñadas mediante técnicas de simulación, en donde se obtiene que la propuesta número uno es la que presenta un mayor potencial de mejora, siendo la única capaz de cumplir con la nueva programación del muestreo propuesta en este Proyecto. Como elemento extra de validación ambas propuestas fueron presentadas a 5 expertos en calidad y procesos los

cuales bajo su criterio ingenieril se inclinaron en su mayoría (4 de 5) por la propuesta número uno, siendo esta la propuesta recomendada a la empresa para la correcta ejecución de su control de calidad. (p. 13)

De acuerdo con Cerdas (2017), en su trabajo de investigación se tiene por objeto de estudio el establecer un sistema de control de calidad para la producción de agregados, bloques, adoquines y complementos. Ese propósito le hace relevante para el presente estudio debido a que se comparte el sentido de la importancia del proceso de control de calidad para mejorar el desempeño productivo en términos económicos. Este estudio brinda un enfoque del tema dentro del contexto regional ya que este trabajo fue realizado en Costa Rica.

2.1.1.2. Análisis a nivel nacional

Baldetti (2016) realizó la elaboración de un manual de procedimientos del servicio de mantenimiento preventivo a dispensadores electrónicos de combustible para la implementación de un sistema de gestión de calidad según la norma ISO 9001:2015 en una empresa de servicios industriales. Como trabajo de graduación se realizó un manual de procedimientos para el servicio de mantenimiento preventivo a dispensadores electrónicos de combustible, para iniciar la implementación de la norma ISO 9001:2015 del Sistema de Gestión de la Calidad, en una empresa de servicios industriales.

Para Baldetti (2016):

La investigación fue de tipo documental y aplicada. Se analizó información acerca del tema específico, la cual se complementó con información brindada por el personal, técnica utilizada para la recolección de información pertinente además de la observación y documentación de los

procedimientos que se realizan actualmente en la empresa. Estas últimas actividades se realizaron en el Departamento de Operaciones, donde se llevan a cabo los servicios de mantenimiento de las unidades dispensadoras de combustible.

El manual, con la secuencia de pasos ordenados, indica el procedimiento del servicio de mantenimiento preventivo de cualquier equipo dispensador de combustible, con el propósito de apoyar a la empresa en la implementación de la Norma de Gestión de la Calidad ISO 9001:2015, para que brinde un servicio de calidad, por medio de personal altamente capacitado que cumpla con los estándares internacionales en el servicio de mantenimiento a dispensadores electrónicos de combustibles. (p. 5)

La importancia del estudio realizado por Baldetti (2016), respecto al presente trabajo de investigación consiste en la metodología utilizada para la implementación de un sistema relacionado con el control de calidad de un producto o servicio, todo esto aplicado dentro del contexto nacional. Es una aproximación más cercana, que los estudios mencionados previamente, en cuanto a trabajos de investigación relacionados con la implementación de sistemas de gestión de calidad en la industria nacional.

Retana (2020), realizó el diseño de un sistema de control de calidad de mantenimiento en el área de cogeneración de los equipos eléctricos de calderas y turbogeneradores de un ingenio azucarero por medio de la plataforma de control SIGES. El propósito de la investigación es disminuir las fallas en equipos eléctricos para optimizar su competitividad en la producción. Por tal motivo, se busca la eficiencia en la operación de los equipos para bajar costos y que su excelencia operativa se mantenga en un rango aceptable de funcionamiento. Con

esto, se prolonga la vida útil de los equipos, además disminuye el impacto ocasionado por fallas posibles.

Para Retana (2020):

El problema principal del proceso son las fallas no predecibles y que ocasionan pérdidas de tiempo, salidas de línea o indisponibilidades de los equipos del proceso productivo e influyen directa e indirectamente en la generación de energía eléctrica o en la producción de azúcar. De ahí la iniciativa de proveer una herramienta para corregir o amortiguar este problema.

Por lo tanto, el objetivo general es la creación de un sistema de control medible numéricamente y que se pueda hacer por medio de la plataforma instalada llamada SIGES. La metodología empleada para realizar el control de calidad en los mantenimientos a equipos es realizar *check list* en la puesta en marcha como en la operación para documentar las fallas y evaluar las condiciones. Con ello, se tomarán mejores decisiones para corregir eventos no deseados para evitar pérdidas de tiempo.

Los resultados de esta investigación son la evaluación del funcionamiento, disponibilidad de cada equipo y el comportamiento del proceso como un todo, además, se concluyó que la creación de un control de calidad con una retroalimentación basada en el PDCA es completamente viable y aceptable para cada equipo. Se recomienda evaluar periódicamente los *check list* para garantizar el funcionamiento y evitar fallas que puedan identificarse con los monitoreos programados a

los equipos, puesto que la evaluación constante dará margen a cambios en los formatos con esto garantizar una mejora constante.

Los beneficios de la investigación vienen dados con el monitoreo de las condiciones diarias de operación de los equipos eléctricos. Esto ofrece un panorama y tendencia de su comportamiento los cuales pueden registrarse con equipos especiales de monitoreo de condición, como vibración, cámara termografía, ultrasonido.

Se realizó el diseño de control de calidad para los mantenimientos de los equipos eléctricos de cogeneración para lo cual se necesitó del apoyo de los encargados del proceso, técnicos que ejecutan trabajo de campo y operadores. El control de calidad se debe cumplir estrictamente con el plan que se presenta en la investigación.

Como recomendación principal se propone la revisión periódica de las fallas recurrentes y esporádicas de los equipos que se tienen en la ruta crítica de la investigación para la aplicación correcta del sistema de control de calidad propuesto y determinar la causa raíz de las fallas. Además, se deben realizar constantes revisiones al sistema de control de funcionamiento por medio de un PDCA (círculo Deming) para actualizar el control de estos. (p. 29)

El estudio desarrollado por Retana (2020), proporciona un acercamiento a la implementación de un sistema para el control de calidad en una industria azucarera dentro del contexto nacional. Esta tropicalización del objeto de estudio lo hace relevante para considerarlo como uno de los estudios de soporte para el propósito de la investigación que se realizará.

Santizo (2013) realizó el análisis de calidad de los agregados para concreto utilizados en ciudades en crecimiento de la República de Guatemala. La importancia de los agregados utilizados en el concreto radica en que ocupa del 60 al 75 por ciento de su volumen. Los agregados se mantienen activos luego de ser combinados con el cemento, agua y aditivos. Esta actividad puede ser cambios físicos, mecánicos o químicos. Por esta razón es importante tener un control de las propiedades de los materiales que serán utilizados en la elaboración del concreto realizando los ensayos correspondientes con base a las normas aplicables en el país.

Para Santizo (2013):

El aumento de los proyectos constructivos en el país ha provocado la explotación y uso de materiales cercanos al proyecto, por lo que es importante recopilar información de diversos bancos de materiales ubicados en los departamentos. Esto podrá ser utilizado solamente como referencia del tipo de agregados en los departamentos, ya que, para conocer exactamente las propiedades de los materiales de algún banco en específico, es importante realizar los ensayos correspondientes.

En este trabajo de investigación se realizó una recopilación de las propiedades físicas y mecánicas de materiales de diversos bancos ubicados en algunos departamentos del país. De igual manera, se muestra la ubicación geológica de dichos bancos, así como una síntesis de su clasificación geológica. (p. 21)

Finalmente se considera de utilidad la investigación desarrollada por Santizo (2013), por la descripción a detalle de las características físicas y mecánicas de bancos de material utilizados para la producción de agregados

para la construcción en distintos departamentos del país, así como la descripción de la calidad de agregados para la construcción en distintas zonas del país.

2.1.2. Discusión de resultados de investigaciones previas

Los estudios realizados previamente abordan la implementación de sistemas de gestión de la calidad, la implementación de sistemas para el reporte de los resultados del control de calidad o el control de calidad en la producción de agregados. Cada uno de los estudios aportan lineamientos a considerar por la metodología implementada, por el propósito o por el enfoque con el que fueron desarrollados.

Esta línea base enriquece los fundamentos sobre los cuales se plantea el presente trabajo de investigación y a la vez hace resaltar la importancia de su realización debido a que se carece de un estudio que involucre la implementación de un sistema en tiempo real para el control de calidad en la producción de agregados para la construcción.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Descripción general del problema

La falta de información oportuna de los resultados de los análisis de control de calidad es una causa potencial de pérdidas económicas considerables para cualquier proceso productivo a escala industrial. Debido a ello, la industria de producción de agregados para la construcción no está exenta de verse afectada en la reducción de la rentabilidad del negocio a causa de un control de calidad ineficiente. “El costo de la mala calidad es la pérdida anual monetaria de los productos y procesos que no logran sus objetivos de calidad” (Gryna *et. al.*, 2007, p. 28).

La comunicación tardía de las desviaciones de calidad que existen en el proceso provoca tiempos más prolongados para la aplicación de acciones correctivas y, por lo tanto, la producción de mayores volúmenes de productos no conformes. Al existir un mayor volumen de productos que requieren ser reprocesados se necesita una mayor cantidad de recursos que, como consecuencia, implican costos adicionales al proceso. Mientras mayores sean los volúmenes de producto no conforme, mayor será el sobre costo de producción.

La falta de corrección oportuna de las desviaciones de los parámetros de control de calidad puede concluir en la entrega de producto no conforme al cliente, esto generaría un reclamo por material fuera de especificación. La devolución de material hacia el origen es un costo que debe absorber la operación, representando así un aumento en los costos de operación adicional a los ya mencionados.

Existen muchas alternativas que, por medio del uso de tecnología, permiten la comunicación inmediata de los resultados de los parámetros de calidad. Sin embargo, estas no son implementadas por las industrias y esta falta de innovación en sus sistemas de comunicación del control de calidad representa un área de oportunidad que puede propiciar un considerable retorno económico. Como apunta el autor “con la evolución tecnológica, las empresas buscan una mayor productividad y rentabilidad, haciendo una mejora continua en base a la calidad en sus procesos internos y externos, permitiéndoles ser estables en el mercado” (Zabaleta, 2018, p. 17).

3.2. Definición del problema

Falta de información en tiempo real de los resultados de los análisis de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.

3.2.1. Problemas específicos

- Ejecución tardía de las acciones correcciones requeridas para evitar productos fuera de los parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.
- Reclamos por incumplimiento de parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.

- Sobrecostos por el reproceso de producto no conforme por incumplimiento de parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.

3.2.2. Delimitación del problema

Falta de información en tiempo real de los resultados de control de calidad en una planta productora de agregados para la construcción ubicada en el municipio de Palín, Escuintla. El estudio se realizará durante los meses de enero a agosto de 2023.

3.2.3. Pregunta principal de investigación

¿Cómo implementar un sistema en tiempo real de los resultados de los análisis de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007?

3.2.4. Preguntas complementarias de investigación

- ¿Cómo ejecutar oportunamente las acciones correctivas requeridas para evitar productos fuera de los parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007?
- ¿Cómo reducir los reclamos por incumplimiento de parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007?

- ¿Cómo reducir los sobrecostos por el reproceso de producto no conforme por incumplimiento de parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007?

3.3. Ubicación del área o lugar de estudio

La ubicación del área o lugar de estudio se representa por medio de la figura 1.

Figura 1. **Planta productora de agregados para la construcción**



Fuente: [Fotografía de Bairon Culajay]. (Palín, Escuintla. 2021). Colección particular.
Guatemala.

3.4. Localización del área o lugar de estudio

La localización del área o lugar de estudio se representa por medio de la figura 2.

Figura 2. Localización del sitio de estudio



Fuente: Google Maps (2022). Consultado el 23 de octubre de 2022. Recuperado de <https://www.google.com/maps/place/Agreca+PPO>

4. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio se desarrolla en la línea de investigación de la Implementación de sistemas de calidad. A través de esta línea se da la apertura a desarrollar las consideraciones, requisitos y describir los impactos positivos de la implementación de un sistema en tiempo real para el control de calidad en la producción de agregados para la construcción; lo anterior por medio de una comparación con las consideraciones que establece la teoría al respecto.

La implementación de sistemas de calidad cobra sentido cuando la comunicación oportuna de las desviaciones o fallas en el proceso permite: ejecutar oportunamente las acciones correctivas que correspondan para reducir el volumen de productos no conformes, evitar la posible llegada de estos materiales al cliente final y con ello evitar los costos adicionales asociados con la recolección y corrección de productos no conformes. Es en ese sentido que el presente estudio pretende, por medio del análisis descriptivo y del levantamiento de la línea base del sistema actual, determinar las consideraciones para implementar un sistema en tiempo real para reportar los resultados del control de calidad de la producción de agregados para la construcción.

La implementación de sistemas en tiempo real para el reporte de los resultados de los análisis de calidad promueve la competitividad en el sector de la producción de agregados para la construcción a nivel nacional. Toda práctica que tenga un impacto positivo en la reducción de los costos es una práctica que propicia la competitividad de esa actividad industrial. Finalmente, tomando como referencia el presente estudio, se puede replicar la implementación de un sistema

en tiempo real no sólo en la industria de los agregados sino en cualquier proceso de escala industrial.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Describir las consideraciones para la implementación de un sistema en tiempo real para el control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.

5.2. Específicos

- Brindar los lineamientos para la ejecución oportuna de las acciones correctivas requeridas para evitar productos fuera de los parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.
- Reducir los reclamos por incumplimiento de parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.
- Reducir los sobrecostos por el reproceso de producto no conforme por incumplimiento de parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

El presente estudio propone la implementación de un sistema en línea para el control de calidad. Los procedimientos actuales para la comunicación de los resultados de los análisis para el control de calidad, en la planta productora de agregados para la construcción, requieren un tiempo considerable desde la obtención del resultado hasta la recepción de la información de parte de los responsables de la producción y sus principales actores.

Actualmente la industria de los agregados para la construcción en Guatemala no se encuentra fiscalizada por alguna entidad que vele por el cumplimiento de estos productos de acuerdo a la norma nacional vigente. Por lo tanto, muchos de los productores no perciben la necesidad de diseñar, implementar y establecer sistemas para el control de calidad en sus procesos, mucho menos de implementar sistemas en línea para este control.

A nivel internacional existen como referencia los estándares de las normas ASTM para la descripción de las características físicas y tolerancias permitidas en la producción de agregados para la construcción. Las normas propuestas por estas entidades se deben a la importancia de la calidad de los agregados para asegurar construcciones seguras y duraderas. El control de calidad es de suma importancia para tener acceso al mercado y para que los procesos sean sostenibles y competitivos, controlando y reduciendo las pérdidas por desechos, reprocesos o reclamos. Los sistemas de comunicación para el control total de la producción se encuentran más tecnificados en países desarrollados y es hacia esos niveles de productividad que se apunta al implementar tecnología que permita la retroalimentación en línea de las desviaciones que se puedan detectar.

En el presente trabajo de investigación se plantean los lineamientos para la implementación de un sistema en tiempo real para el control de calidad en la producción de agregados considerando las necesidades específicas del proceso y de acuerdo a los procedimientos ya establecidos en el mismo. La implementación de un sistema en línea permitirá la comunicación inmediata de las desviaciones de los parámetros de control de calidad para que se apliquen oportunamente las acciones correctivas necesarias y así evitar los reclamos por producto no conforme y los sobrecostos relacionados a la corrección de productos de este tipo.

Por medio de la utilización de las plataformas ya implementadas para el control a nivel interno y la comunicación de los despachos de producto final, se propone la adición de un complemento para comunicar los resultados de los análisis de control de calidad para que los responsables (jefes de producción y operadores de sección) tengan retroalimentación inmediata de las posibles desviaciones y se puedan aplicar las acciones correctivas necesarias para controlar las mismas.

A nivel nacional no se cuenta con estudios relacionados a la implementación de sistemas de control de calidad en la producción de agregados al igual que no existen para la implementación de sistemas en línea para dicho control. Es por ello que el presente estudio es de suma importancia para la generación de conocimiento relacionado con la implementación de sistemas en tiempo real para cualquier tipo de proceso industrial y, en particular, para el control de calidad en la producción de agregados para la construcción.

Este estudio se desarrolla dentro de la línea de investigación de las cátedras de principios y fundamentos de la calidad, tecnologías de la calidad y la

implementación de sistemas de calidad; que forman parte de la red curricular de la maestría en Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Proceso productivo

Un proceso productivo se refiere a la producción de bienes y servicios por medio de la transformación de las entradas a un sistema. Dichas entradas pueden consistir en recursos materiales o inmateriales que, por medio de su paso a través de una secuencia ordenada, se convierten en los productos deseados. Para ello es necesario, además de la materia prima, la aplicación de mano de obra, tecnología y el aporte de capital para su ejecución. (Montoyo y Marco, 2012, p. 10)

Entonces el proceso productivo consiste en la conversión de los recursos que ingresan, entendiéndose como las entradas del proceso, por medio de su paso por una secuencia ordenada de etapas y a través de la aplicación recursos auxiliares como lo son la tecnología, inversión de capital y la intervención de la mano de obra que permite su transformación.

7.2. Gestión de procesos

Para Carrasco (2009):

La gestión de procesos es una forma sistémica de identificar, comprender y aumentar el valor agregado de los procesos de la empresa para cumplir con la estrategia del negocio y elevar el nivel de satisfacción de los clientes.

La gestión de procesos con base en la visión sistémica apoya el aumento de la productividad y el control de gestión para mejorar en las variables clave, por ejemplo, tiempo, calidad y costo. Aporta conceptos y técnicas, tales como integralidad, compensadores de complejidad, teoría del caos y mejoramiento continuo, destinados a concebir formas novedosas de cómo hacer los procesos. Ayuda a identificar, medir, describir y relacionar los procesos, luego abre un abanico de posibilidades de acción sobre ellos: describir, mejorar, comparar o rediseñar, entre otras. Considera vital la administración del cambio, la responsabilidad social, el análisis de riesgos y un enfoque integrador entre estrategia, personas, procesos, estructura y tecnología. (p. 21)

7.3. Aseguramiento de la calidad

En sentido general, aseguramiento de la calidad se refiere a cualquier actividad planeada y sistemática dirigida a proveer a los clientes productos (bienes y servicios) de calidad apropiada, junto con la confianza de que los productos satisfacen los requerimientos de los clientes. El aseguramiento de la calidad depende de la excelencia de dos puntos focales importantes en los negocios: el diseño de bienes y servicios y el control de la calidad durante la ejecución de la manufactura y la entrega de servicios. Por lo general, incluye también alguna forma de actividad de medición e inspección. (Evans, Evans y Lindsay, 2005, p. 4)

Todas las actividades cuyo objetivo es el de brindar productos y servicios que cumplan con las expectativas de los clientes forman parte del aseguramiento de la calidad. El cumplimiento o buen desempeño de este depende principalmente de un diseño correcto del producto y de un adecuado control de calidad durante su proceso de elaboración.

7.4. Sistema de calidad

Un sistema de calidad es la estructura organizativa, las responsabilidades, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para llevar a cabo la gestión de la calidad. Se aplica en todas las actividades desarrolladas en una empresa y afecta a todas las fases, desde el estudio de las necesidades del consumidor hasta el servicio posventa.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que un sistema de calidad es el mecanismo, y todos sus componentes, por medio del cual se desarrolla la gestión de la calidad de un producto o servicio. Este abarca todas las etapas del proceso desde determinar las necesidades del cliente hasta el soporte que se brinda luego de adquirido el bien o servicio.

7.5. Sistemas de control

Para Koontz *et. al.* (2012):

Las técnicas y los sistemas de control de proceso son, en esencia, los mismos para controlar el efectivo, los procedimientos administrativos, la ética organizacional, la calidad del producto y cualquier otro aspecto. El proceso de control básico en cualquier lugar y para lo que sea que se controle, incluye tres pasos:

- Estandarización
- Comparación contra los estándares
- Corregir las variaciones o desviaciones de esos estándares. (p. 496)

Dicho de otra manera, el sistema de control aplica para cualquier aspecto de la operación que requiera ser normalizado, esto por medio de tres pasos básicos como lo son el establecer el valor objetivo, realizar las comparaciones de los valores de proceso con el fijado como valor objetivo y finalmente la ejecución de acciones para controlar las desviaciones que sugieren respecto a dicho valor.

7.5.1. Establecimiento de estándares

Los estándares simplemente son criterios de desempeño, los puntos seleccionados de todo un programa de planeación en los que se establecen medidas de desempeño para que los administradores reciban indicios sobre cómo van las cosas y no tengan que vigilar cada paso en la ejecución de los planes. (Koontz *et. al.*, 2012, p. 496)

Establecer los estándares se refiere a determinar los valores específicos respecto a los cuales se llevará a cabo la comparación de las características de los productos o servicios que están en proceso de ser elaborados.

7.5.2. Medición del desempeño

La medición del desempeño frente a los estándares debería hacerse apropiadamente de forma anticipada para detectar las desviaciones antes de que ocurran y evitarlas mediante acciones apropiadas. El administrador que está alerta y tiene visión de futuro puede, en ocasiones, predecir posibles desviaciones de los estándares; sin embargo, en ausencia de tal capacidad éstas deben descubrirse tan pronto como sea posible. (Koontz *et. al.*, 2012, p. 496)

La medición del desempeño permite la detección anticipada de cualquier tipo de desviación por medio de la comparación contra los estándares fijados. Es ideal que se prevean las desviaciones, sin embargo, de no ser de esa forma, deben detectarse las desviaciones en cuanto estas ocurran.

7.5.3. Corrección de desviaciones

Los administradores saben con precisión dónde deben aplicarse las medidas correctivas en la asignación de los deberes individuales o de grupo. La corrección de desviaciones es el punto en que el control puede verse como una parte de todo el sistema de administración y relacionarse con las otras funciones gerenciales. (Koontz *et. al.*, 2012, p. 496)

La corrección de las desviaciones es el área, de un sistema de calidad, en la que se debe invertir mayor esfuerzo para evidenciar la fortaleza global del sistema. El administrador sabe dónde se deben aplicar las medidas correctivas.

7.6. Información y control en tiempo real

Uno de los interesantes avances que surgen con el uso de la computadora y la recopilación, la transmisión y el almacenamiento electrónico de datos es el desarrollo de sistemas de información en tiempo real, es decir, la información de lo que ocurre mientras está ocurriendo. A través de varios medios es técnicamente posible obtener datos en tiempo real sobre muchas operaciones. (Koontz *et. al.*, 2012, p. 502)

La obtención de la información mientras está ocurriendo es a lo que hace referencia el control en tiempo real. Por medio de la aplicación de alternativas de

ingreso de datos y comunicación, se puede obtener datos en tiempo real para muchas aplicaciones.

7.7. Producto

El producto es el bien o servicio que adquiere el consumidor para satisfacer sus necesidades. Actualmente, los consumidores pueden elegir entre una gran variedad de productos que pueden cubrir las mismas necesidades y cuyas características y precios son muy similares. (Feijoo *et. al.*, 2018, p. 53)

7.8. Producto no conforme

El producto no conforme es aquel producto que no cumple con alguna especificación definida e incluida en el Sistema de Gestión que lo controla. Esta desviación puede ser causada por factores internos del proceso o por factores externos al proceso y representan un costo adicional al costo de producción. (Gryna *et. al.*, 2007, p. 28)

7.9. Reclamo

Expresión de insatisfacción hecha a una organización, con respecto a sus productos o al propio proceso de tratamiento de las quejas, donde se espera una respuesta o resolución explícita o implícita.

7.10. Reproceso

Acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos. Al contrario que el reproceso, la reparación puede afectar o cambiar partes del producto no conforme.

7.11. Costos

Es el desembolso económico que se realiza para la producción de algún bien o la oferta de algún servicio. El costo incluye la compra de insumos, el pago de la mano de obra, los gastos en la producción y los gastos administrativos, entre otras actividades. (Gryna *et. al.*, 2007, p. 28)

7.11.1. Costos ocultos

Para Gryna *et. al.* (2007)

El costo de la mala calidad puede subestimarse a causa de los costos que son difíciles de calcular. Los costos ocultos ocurren tanto en industrias manufactureras como de servicios e incluyen lo siguiente:

- Ventas potenciales pérdidas.
- Costos de rediseño de productos debido a la mala calidad.
- Costos de cambiar los procesos debido a la incapacidad de cumplir los requisitos de calidad para los productos.
- Costos de cambios en el *software* debido a razones de calidad.

- Costos de mantener detenido el equipo y los sistemas, incluyendo los sistemas de cómputo de información.
- Costos incluidos en los estándares, porque la historia muestra que un cierto nivel de defectos es inevitable y deben incluirse concesiones en los estándares.
 - Material extra comprado. El comprador hace un pedido por un 6 por ciento más de la cantidad de producción necesitada.
 - Concesiones por desechos y trabajos de reelaboración durante la producción. La historia muestra que el 3 por ciento es normal y los contadores han desarrollado esta concesión en los estándares de costos. Un contador dijo: nuestro costo de desecho es cero. Los departamentos de producción pueden permanecer dentro del 3 por ciento que se ha añadido en el costo estándar y, por lo tanto, el costo de desecho es cero. ¡Ah, el fantástico juego de los números!
 - Concesiones en estándares de tiempo para desecho y trabajos de reelaboración. Un fabricante permite 9.6 por ciento en el estándar de tiempo de ciertas operaciones para cubrir desechos y trabajos de reelaboración.
 - Capacidad extra para el equipo de procesos. Un fabricante piensa en un 5 por ciento de tiempo no programado de periodo de inactividad del equipo y proporciona equipo extra para cubrir dicho periodo de inactividad. En esos casos, las

señales de alarma suenan sólo cuando se sobrepasa el valor estándar. Sin embargo, aun cuando esté operando dentro de esos estándares, los costos deberían ser una parte del costo por mala calidad. Representan oportunidades para mejorar.

- Costos indirectos extra debidos a defectos y errores. Ejemplos son los gastos por espacio y por inventario.
- Desechos y errores no reportados. Los desechos pueden no ser reportados nunca porque los empleados temen represalias, o los desechos pueden cargarse a una cuenta general del libro de contabilidad sin ser identificados como desechos.
- Los costos de procesos extras debidos a la excesiva variabilidad de los productos (aun cuando estén dentro de los límites de especificación). Por ejemplo, un proceso para llenar paquetes con una mezcla seca de jabón cumple los requisitos del peso que está especificado en la etiqueta del contenido. Sin embargo, el propósito del proceso se fija por encima del peso etiquetado para contar con la variabilidad en el proceso de llenado.
- Costo de errores en las operaciones de apoyo, por ejemplo, cumplimiento de pedidos, envío, servicio al cliente, facturación.
- Costo de la mala calidad dentro de la empresa de un proveedor. Dichos costos están incluidos en el precio de compra. (Gryna *et. al.*, 2007, p. 35)

7.11.2. Costos de la mala calidad

El costo de la mala calidad es la pérdida anual monetaria de los productos y procesos que no logran sus objetivos de calidad. El costo de la mala calidad (COPQ, por sus siglas en inglés) recibe, apropiadamente, el nuevo nombre de costo por los procesos de mal desempeño (o COP3, por sus siglas en inglés y que se lee como COP al cubo). Esto es para enfatizar el hecho de que el costo de la mala calidad no se limita sólo a ésta, sino que es esencialmente el costo del incumplimiento aunado al mal desempeño de los procesos. (Gryna *et. al.*, 2007, p. 28)

7.12. Agregados

Para González (2008):

En una mezcla de concreto, el 75 % del volumen lo constituyen los agregados; con este término, se agrupan las arenas, gravas naturales y la piedra triturada, con la cual se elaboran también morteros y concretos especiales, como los concretos ligeros, pesados y de alto rendimiento. Bajo la denominación de áridos artificiales, se denominan los subproductos industriales o urbanos que reúnen las condiciones para su utilización en la fabricación de concretos, como:

- Estériles de explotaciones mineras
- Cenizas volantes de centrales térmicas
- Residuos de incineración de residuos urbanos
- Materiales de demolición
- Escorias de procesos siderúrgicos o metalúrgicos

Los agregados no solamente son componentes del concreto; una clasificación sobre su uso, permite “hablar” de: agregados para concretos y morteros, agregados para concretos asfálticos, agregados para carreteras, agregados para aplicaciones industriales, agregados ligeros, entre otros. (p. 10)

7.13. Normalización

El concepto de normalización puede entenderse como el esfuerzo para estandarizar el diseño, tratando de eliminar la variedad desfavorable de componentes y también como la sujeción a, o aceptación de determinadas normas o estándares, ya sea para el diseño o la fabricación de un artículo, o para el desempeño de alguna función.

7.14. Norma Coguanor NTG 47001

Es la norma o “especificación que define los requisitos para la granulometría y la calidad de los agregados finos y grueso de densidad normal (distintos del agregado liviano o pesado) para ser utilizados en el concreto” (Comisión Guatemalteca de Normas, 2010, p. 3).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

1.1. Generalidades

1.1.1. Análisis de resultados de investigaciones previas

1.1.1.1. Análisis a nivel internacional

1.1.1.2. Análisis a nivel nacional

1.1.2. Discusión de resultados de investigaciones previas

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción general del problema

2.2. Definición del problema

2.2.1. Problemas específicos

2.2.2. Delimitación del problema

2.2.3. Pregunta principal de investigación

2.2.4. Preguntas complementarias de investigación

2.3. Necesidades a cubrir y a satisfacer

- 2.4. Ubicación del área o lugar de estudio
- 2.5. Localización del área o lugar de estudio

- 3. INFORMACIÓN GENERAL
 - 3.1. Aspectos generales del departamento de Escuintla
 - 3.2. Aspectos generales del municipio de Palín
 - 3.3. Aspectos generales de la planta productora de agregados para la construcción

- 4. MARCO TEÓRICO
 - 4.1. Proceso productivo
 - 4.2. Gestión de procesos
 - 4.3. Aseguramiento de la calidad
 - 4.4. Sistema de calidad
 - 4.5. Sistemas de control
 - 4.5.1. Establecimiento de estándares
 - 4.5.2. Medición del desempeño
 - 4.5.3. Corrección de desviaciones
 - 4.6. Información y control en tiempo real
 - 4.7. Producto
 - 4.8. Producto no conforme
 - 4.9. Reclamo
 - 4.10. Reproceso
 - 4.11. Costos
 - 4.11.1. Costos ocultos
 - 4.11.2. Costos de la mala calidad
 - 4.12. Agregados
 - 4.13. Normalización
 - 4.14. Norma Coguanor NTG 47001

5. MARCO METODOLÓGICO

- 5.1. Tipo de la investigación o propuesta
- 5.2. Diseño de la investigación o propuesta
- 5.3. Enfoque de la investigación o propuesta
- 5.4. Variables
 - 5.4.1. Operacionalización de las variables
- 5.5. Universo y población de estudio
 - 5.5.1. Criterios de inclusión
 - 5.5.2. Criterios de exclusión
- 5.6. Muestreo
- 5.7. Hipótesis
- 5.8. Métodos de recolección de datos
- 5.9. Técnicas de recolección de datos
- 5.10. Instrumentos de recolección de datos
- 5.11. Procesamiento y análisis de datos
- 5.12. Límites de la investigación
- 5.13. Obstáculos (riesgos y dificultades)
- 5.14. Aspectos éticos de la investigación
- 5.15. Autonomía
- 5.16. Riesgo de la investigación
 - 5.16.1. Nivel 1 (sin riesgo)

6. CRONOGRAMA Y COSTO DEL ESTUDIO

- 6.1. Descripción detallada del cronograma y sus fases
- 6.2. Cronograma
- 6.3. Costo del estudio

7. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

9. SISTEMA EN TIEMPO REAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN
 - 9.1. Condiciones del sistema de reporte actual
 - 9.2. Diseño del sistema de reporte en tiempo real
 - 9.3. Manual de usuario del sistema de reporte en tiempo real

10. RESULTADOS

11. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

A continuación, se detalla la metodología seleccionada para el desarrollo de la presente investigación. Con ella se establecen los medios que se utilizarán y se especifican los pasos a seguir para el cumplimiento de los objetivos planteados.

9.1. Tipo de la investigación

El estudio a realizar será del tipo descriptivo debido a que no se estudiará la forma en la que se relacionan las variables medidas, sino que estas ayudarán a describir la implementación de un sistema en tiempo real para el reporte del control de calidad en la producción de agregados para la construcción y su incidencia en algunas de las variables analizadas.

9.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación corresponde a la categoría no experimental ya que no se manipularán las variables medidas, sino que se observará de forma longitudinal el comportamiento de estas antes y después de la implementación del sistema de control de calidad en tiempo real que se propone.

9.3. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es mixto debido a que se analizarán variables del tipo cuantitativo y cualitativo para la descripción del fenómeno que se estudiará.

9.4. Variables

Las variables que se analizarán durante el desarrollo de la presente investigación serán: implementación de un sistema en tiempo real (variable independiente), recepción de resultados de control de calidad, ejecución de acciones correctivas, volumen de producto no conforme, reclamos de producto y sobrecostos por reproceso de producto no conforme (variables dependientes).

9.4.1. Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables involucradas en el presente estudio se describe por medio de la tabla I.

Tabla I. Operacionalización de las variables

Marco variable	Definición conceptual	Variable	Indicador
Implementación de sistemas para el control de calidad	Consiste en el sistema por medio del cual se busca que todas las actividades involucradas durante el ciclo de vida del producto o servicio sean efectivas en el sentido de dar cumplimiento con la satisfacción integral del cliente.	Implementación de un sistema en tiempo real	Estado del sistema de reporte de control de calidad
		para el control de calidad en la producción de agregados para la construcción	Consideraciones para implementar un sistema de reporte en tiempo real
			Adecuación del sistema de reporte de control de calidad para su operación en tiempo real

Continuacion tabla I.

Operación del sistema de control de calidad	Se refiere a cómo el sistema asegura que las actividades involucradas durante la etapa de producción sean efectivas en el sentido de dar cumplimiento con la satisfacción integral del cliente.	Recepción de resultados	Tiempo de recepción de los resultados
			Calidad de los resultados recibidos
		Ejecución de las acciones correctivas	Calidad de la retroalimentación de los resultados de calidad
			Tiempo de aplicación de las acciones correctivas
Desempeño del sistema de control de calidad	Se refiere a los resultados del sistema de control de calidad medido en las variables que deben controlarse o restringirse por su adecuado funcionamiento.	Productos no conformes	Volumen de producto no conforme generado
			Porcentaje de producto no conforme generado
		Reclamos de producto	Volumen de producto reclamado
			Porcentaje de producto reclamado
		Sobrecostos por reproceso de producto no conforme	Costo del reproceso de producto no conforme
			Porcentaje del costo por reproceso de producto no conforme

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

9.5. Universo y población de estudio

El universo y la población del presente estudio es el sistema de control de calidad de una planta productora de agregados ubicada en el municipio de Palín, departamento de Escuintla; su estado y procedimientos actuales, su operación y su desempeño antes y después de la implementación del sistema en tiempo real para el reporte de los resultados de control de calidad.

9.5.1. Criterios de inclusión

Se incluye la totalidad del sistema de control de calidad para considerar las condiciones previas de la operación y desempeño del sistema, las consideraciones para adaptar su procedimiento de reporte a un sistema en tiempo real y, por último, su operación y desempeño al implementar el sistema propuesto.

9.5.2. Criterios de exclusión

Se excluyen variables externas e internas no indicadas en el apartado 5.4, ya que no se consideran relevantes para los objetivos del presente estudio.

9.6. Muestreo

Para el presente estudio la muestra será igual a la población, la totalidad de los reportes de los resultados del control de calidad para la producción de agregados para la construcción durante los meses de enero a agosto de 2023 serán considerados para analizar las variables seleccionadas. Por lo anterior, no fue necesario el uso de la fórmula para el cálculo de la muestra.

9.7. Métodos de recolección de datos

La investigación se valdrá del método de síntesis de la observación para analizar y describir la implementación de un sistema en tiempo real para el control de calidad en la producción de agregados; desarrollando, por medio de la recolección de datos y su interpretación, un aporte científico, válido y confiable al tema de estudio.

9.8. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos que se utilizarán para la recolección de datos serán: encuestas a los responsables del sistema, listas de cotejo y fichas de observación de la operación y desempeño del sistema de control de calidad antes y después de la implementación propuesta.

9.9. Procesamiento y análisis de datos

Para dar tratamiento a la información recolectada se procederá a la tabulación y análisis por medio de la comparación de las variables de estudio antes y después de la implementación del sistema propuesto. Lo anterior se llevará a cabo utilizando el *software* de Microsoft Excel.

9.10. Límites de la investigación

La investigación se limitará al sistema de control de calidad de una planta productora de agregados ubicada en el municipio de Palín, departamento de Escuintla. La información recopilada, de las variables que se analizarán en el estudio, será la obtenida por la operación y el desempeño del sistema de control de calidad durante los meses de enero a agosto de 2023.

9.11. Obstáculos (riesgos y dificultades)

El estudio puede verse obstaculizado por una escasa colaboración de los responsables del sistema para recopilar la información que se pretende obtener por medio de la aplicación de encuestas. Además, el estudio se puede ver afectado por la dificultad de participación debido a las limitaciones de tiempo para la recopilación de la información debido a la carga laboral de los responsables del sistema.

9.12. Aspectos éticos de la investigación

Entre los aspectos éticos que se verán implicados en la realización del estudio se encuentran la autorización a través de una hoja de conformidad para la participación voluntaria y resguardo de la información personal de los responsables del sistema de control de calidad para la aplicación de los instrumentos de recopilación de información. Además, se ve involucrado el resguardo a la confidencialidad de la información propia del proceso de la empresa productora de agregados para la construcción.

9.13. Autonomía

Para la presente investigación se contará con la autorización del acceso a la información necesaria para el análisis de las variables que son objeto de estudio por medio de un consentimiento por escrito. Lo anterior, haciendo saber que la información permanecerá de forma confidencial, únicamente publicando los datos pertinentes al análisis de las variables de interés.

9.14. Riesgo de la investigación

Ya que la recolección de datos del estudio se realizará utilizando técnicas e instrumentos que hacen uso del método de síntesis de la observación, se considera que el estudio corresponde a un riesgo de nivel 1.

9.14.1. Nivel 1 (sin riesgo)

El presente estudio se clasifica en el nivel 1 de riesgo ya que no representa riesgo de intervención o modificación de las variables fisiológicas, psicológicas o sociales de las personas que participarán en su realización.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La técnica por aplicar para la recolección de los datos de las variables que son objeto de estudio será la de observación y análisis de la información del sistema de control de calidad, describiendo su operación y desempeño antes y después de la implementación propuesta.

11. CRONOGRAMA Y COSTO DEL ESTUDIO

En el presente capítulo se presenta el orden cronológico propuesto para el desarrollo del estudio. Este se llevará a cabo en 4 fases, las cuales tendrán una duración total estimada de 11 meses. Además, se detalla el costo estimado para la elaboración de la investigación.

11.1. Descripción detallada del cronograma y sus fases

A continuación, se detallan las actividades que se desarrollarán en cada una de las fases propuestas para el desarrollo de la investigación:

- Fase 1: establecimiento de la línea base del sistema de control de calidad y diseño del sistema en línea adecuado.
 - Determinar las características del sistema de información en tiempo real adecuado para el proceso de producción de agregados.
 - Se analizará la metodología actual para la comunicación de los resultados de los análisis de control de calidad.
 - Se diseñará el sistema de información en tiempo real de los resultados de los análisis de control de calidad.
 - Se seleccionará una alternativa tecnológica que permita la comunicación en tiempo real de los resultados de los análisis de control de calidad.

- Se establecerá la metodología de reporte de los resultados de control de calidad.
- Se elaborará un procedimiento para el usuario que reciba la información de los resultados de control de calidad para establecer las acciones a tomar de acuerdo con las alertas recibidas.
- Fase 2: implementación y puesta en operación del sistema en tiempo real para el reporte de control de calidad.
 - Se comunicará de la nueva metodología de reporte de los resultados de control de calidad.
 - Se capacitará a los usuarios del sistema en el uso y acciones a tomar de acuerdo con los resultados.
- Fase 3: recopilación de información de la operación y desempeño de los sistemas.
 - Se recopilará de datos históricos de la operación y desempeño del sistema actual.
 - Se recolectará de datos de la operación y desempeño del sistema en tiempo real.
- Fase 4: análisis de datos y elaboración del informe final.
 - Se tabulará y dará tratamiento de la información recolectada.

- Se analizará e interpretará de la información recolectada.
- Se elaborará el informe final.

11.2. Cronograma

Se presenta el detalle de duración estimada para la ejecución de las fases en la que se desarrollará la investigación.

Tabla II. **Cronograma propuesto para el desarrollo del estudio**

Fases	Año	2023										
	Mes	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fase 1: Establecimiento de la línea base del sistema de control de calidad y diseño del sistema en línea adecuado.		■	■	■	■	■						
Fase 2: Implementación y puesta en operación del sistema en tiempo real para el reporte de control de calidad.							■	■				
Fase 3: Recopilación de información de la operación y desempeño de los sistemas.									■	■		
Fase 4: Análisis de datos y elaboración del informe final.											■	■

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para determinar la probabilidad de que el presente estudio se realice según lo planificado se consideraron los siguientes factores importantes:

- **Factibilidad técnica:** se cuenta con el conocimiento técnico necesario para desarrollar el estudio planteado y, además, se cuenta con el asesoramiento adecuado para que los objetivos y el propósito de la investigación se lleve a cabo de acuerdo con su diseño y planificación.
- **Factibilidad económica:** los costos estimados para la elaboración del estudio serán cubiertos en un 86 % por la planta productora de agregados para la construcción y el 14 % restante por el investigador. Por lo tanto, es viable el desarrollo del estudio debido a que se contará con los recursos económicos necesarios para el mismo.
- **Factibilidad administrativa:** la aprobación de parte de las autoridades de la industria donde se llevará a cabo el estudio permite que se cuente con la viabilidad administrativa para su desarrollo. Además, se cuenta con la disposición y el acompañamiento del asesor de la investigación para dar cumplimiento a los requisitos administrativos a los que será sometido la ejecución del estudio.

12.1. Costo del estudio

Se presenta el detalle de los costos estimados en los que se incurrirá para la elaboración de la presente investigación.

Tabla III. **Costos del estudio**

Recurso	Detalle	Costo
Humano	Investigador	Q. 55,000.00
	Asesor	Q. 15,000.00
	Personal auxiliar	Q. 5,000.00
Administrativo	Matrícula	Q. 2,200.00
	Cursos	Q. 16,200.00
Material	Tablets	Q. 12,000.00
	Licencia del programa	Q. 11,200.00
	Servicio de internet	Q. 9,600.00
	Equipo de cómputo	Q. 6,500.00
	Impresora	Q. 1,500.00
	Tinta	Q. 450.00
	Hojas	Q. 120.00
	Teléfono	Q. 2,500.00
	Servicio de telefonía	Q. 2,400.00
	Imprevistos	Q. 1,000.00
Total	Q. 140,670.00	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

13. REFERENCIAS

1. Baldetti, C. (2016). *Elaboración de un manual de procedimientos del servicio de mantenimiento preventivo a dispensadores electrónicos de combustible para la implementación de un sistema de gestión de calidad según la norma ISO 9001:2015 en una empresa de servicios industriales* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
2. Carrasco, J. B. (2005). *Gestión de procesos*. Santiago, Chile: Editorial Evolución.
3. Cerdas, E. (2017). *Diseño de una propuesta de proceso para la correcta ejecución del control de calidad en los agregados, bloques, adoquines y complementos fabricados en los 11 centros de producción de Grupo Pedregal* (Tesis de licenciatura). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.
4. Chuquimia, L. (2020). *Aplicación de un cuadro de manejo integral para mejorar la efectividad en la implementación del sistema de gestión de la calidad bajo la norma ISO 9001:2015 en una empresa de servicios de monitoreo GPS* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.
5. Comisión Guatemalteca de Normas. (2010). *Agregados para concreto. Especificaciones*. Guatemala: Autor.

6. Consejo de Desarrollo Departamental para Escuintla. (2011). *Plan de Desarrollo Departamental PDD del Departamento de Escuintla, Guatemala*. Guatemala: SEGEPLAN.
7. Consejo Municipal de Palín, Escuintla. (2018). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Municipio de Palín Escuintla 2018 - 2032*. Guatemala: SEGEPLAN.
8. Cruzado, N. (2019). *Implementación de un sistema SCADA en la nube para mejorar el servicio de monitoreo y control remoto de una planta de tratamiento agua potable en lima norte 2015 – 2018* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Federico Villareal, Perú.
9. Defeo, J. A. y Juran, J. M. (2010). *Juran's quality handbook: the complete guide to performance excellence*. Chicago, Estados Unidos: McGraw-Hill Education.
10. Evans, J., Evans, J. R. y Lindsay, W. M. (2005). *Administración y control de la calidad*. México: Cengage Learning Editores, S.A. De C.V.
11. Feijoo, I., Guerrero, J. y García, J. (2018) *Marketing aplicado en el sector empresarial*. Machala, Ecuador: Ediciones UTMACH.
12. Frank, G. (2022). *Análisis y planeación de la calidad*. México: McGraw-Hill Education.
13. García, G. (2018). *Desarrollo e implementación del sistema de gestión de calidad en el laboratorio de microbiología de la empresa Yobel*

Supply Chain Management S.A. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.

14. González, L. (2008). *Conceptos generales sobre los agregados*. Colombia: Autor.
15. Gryna, F. M., Chua, R. C. H., Feo, J. A. de, De Feo, J. A., Lavigne, M. A. y Magaña, J. P. (2007). *Método Juran: análisis y planeación de la calidad*. México: McGraw-Hill Education.
16. Ishikawa, K. y Cárdenas, M. (2003). *¿Qué es el control total de calidad?* Bogotá, Colombia: Norma.
17. Koontz, H., Weihrich, H., Cannice, M., Díaz, M. J. H. y Staines, M. O. (2012). *Administración: una perspectiva global*. México: McGraw-Hill Education.
18. Lopez, S. (2006). *Implantación de un sistema de calidad: Los diferentes sistemas de calidad existentes en la organización*. Vigo, España: Ideas Propias Publicidad Sl.
19. Montoyo, A. y Marco, M. (2012). *Tema 4: Proceso de producción*. España: Autor.
20. Retana, A. (2020). *Diseño de un sistema de control de calidad de mantenimiento en el área de cogeneración de los equipos eléctricos de calderas y turbogeneradores de un ingenio azucarero por medio de la plataforma de control SIGES* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

21. Santizo, A. (2013). *Análisis de calidad de los agregados para concreto utilizados en ciudades en crecimiento de la República de Guatemala* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
22. Velásquez, M. (2011). *Evolución de la industria del concreto en Guatemala* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
23. Vértice, E. y Equipo Vértice. (2010). *Gestión de la calidad (ISO 9001/2008)*. Málaga, España: Publicaciones Vértice SL.
24. Zabaleta, J. (2018). *Propuesta de mejora en el área de calidad basada en la norma ISO 9001:2015 para aumentar la rentabilidad de la ferretería Dino Alca E.I.R.L.* (Tesis de licenciatura). Universidad Privada del Norte, Perú.

14. APÉNDICES

Apéndice 1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología
<p>1. Problema principal</p> <p>Falta de información en tiempo real de los resultados de los análisis de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.</p> <p>2. Problemas secundarios</p> <p>1. Ejecución tardía de las acciones correcciones requeridas para evitar productos fuera de los parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.</p>	<p>1. Objetivo general</p> <p>Describir las consideraciones para la implementación de un sistema en tiempo real para el control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.</p> <p>2. Objetivos específicos</p> <p>1. Brindar los lineamientos para la ejecución oportuna de las acciones correctivas requeridas para evitar productos fuera de los parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.</p>	<p>1. Pregunta principal de investigación</p> <p>¿Cómo implementar un sistema en tiempo real de los resultados de los análisis de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007?</p> <p>2. Preguntas complementarias de investigación</p> <p>1. ¿Cómo ejecutar oportunamente las acciones correctivas requeridas para evitar productos fuera de los parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007?</p>	<p>1. Tipo de investigación</p> <p>Descriptiva</p> <p>2. Nivel de investigación</p> <p>Nivel 1</p> <p>3. Metodología de investigación</p> <p>Síntesis de la observación</p> <p>4. Diseño de investigación</p> <p>No experimental</p> <p>5. Población</p> <p>El universo y la población del presente estudio es el sistema de control de calidad de una planta productora de agregados ubicada en el municipio de Palín, departamento de Escuintla</p>

Continuación apéndice 1.

Problema	Objetivos	Preguntas de investigación	Metodología
<p>2. Reclamos por incumplimiento de parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.</p>	<p>2. Reducir los reclamos por incumplimiento de parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.</p>	<p>2. ¿Cómo reducir los reclamos por incumplimiento de parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007?</p>	<p>6. Muestra</p> <p>La muestra será igual a la población, la totalidad de los reportes de los resultados del control de calidad para la producción de agregados para la construcción durante los meses de enero a agosto de 2023.</p>
<p>3. Sobrecostos por el reproceso de producto no conforme por incumplimiento de parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.</p>	<p>3. Reducir los sobrecostos por el reproceso de producto no conforme por incumplimiento de parámetros de control de calidad en la producción de agregados para la construcción de acuerdo con la norma COGUANOR NTG 41007.</p>	<p>3. ¿Cómo reducir los sobrecostos por el reproceso de producto no conforme por incumplimiento de parámetros de control de calidad</p>	<p>7. Técnica</p> <p>Observación y análisis de la información.</p> <p>8. Instrumento</p> <p>Encuestas, listas de cotejo y fichas de observación.</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 2. Operacionalización de las variables

Marco variable	Definición conceptual	Variable	Indicador
Implementación de sistemas para el control de calidad	Consiste en el sistema por medio del cual se busca que todas las actividades involucradas durante el ciclo de vida del producto o servicio sean efectivas en el sentido de dar cumplimiento con la satisfacción integral del cliente.	Implementación de un sistema en tiempo real	Estado del sistema de reporte de control de calidad
		para el control de calidad en la producción de agregados para la construcción	Consideraciones para implementar un sistema de reporte en tiempo real Adecuación del sistema de reporte de control de calidad para su operación en tiempo real
Operación del sistema de control de calidad	Se refiere a cómo el sistema asegura que las actividades involucradas durante la etapa de producción sean efectivas en el sentido de dar cumplimiento con la satisfacción integral del cliente.	Recepción de resultados	Tiempo de recepción de los resultados Calidad de los resultados recibidos
		Ejecución de las acciones correctivas	Calidad de la retroalimentación de los resultados de calidad Tiempo de aplicación de las acciones correctivas

Continuación apéndice 2.

		Productos no conformes	Volumen de producto no conforme generado
			Porcentaje de producto no conforme generado
Desempeño del sistema de control de calidad	Se refiere a los resultados del sistema de control de calidad medido en las variables que deben controlarse o restringirse por su adecuado funcionamiento.	Reclamos de producto	Volumen de producto reclamado
			Porcentaje de producto reclamado
		Sobrecostos por reproceso de producto no conforme	Costo del reproceso de producto no conforme
			Porcentaje del costo por reproceso de producto no conforme

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 3. Instrumento para recolección de datos

Encuesta No. 1

Marque con una X el valor de la escala correspondiente de acuerdo al enunciado. Marque (1) en caso de estar completamente en desacuerdo con el enunciado y (5) en caso de estar completamente de acuerdo con el enunciado.

- 1 La información del reporte de calidad es clara.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- 2 La presentación de los resultados facilita su comprensión.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- 3 El reporte de calidad le permite saber las acciones correctivas a aplicar cuando existe desviación.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

El tiempo de retroalimentación de los resultados es

- 4 adecuado.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

El medio de comunicación es adecuado para la corrección oportuna de las

- 5 desviaciones.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

- 6 Por favor comparta alguna sugerencia del procedimiento para reporte de resultados de calidad.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Apéndice 4. Instrumento para recolección de datos

Lista de cotejo No. 1

Tiempo de envío de los resultados de control de calidad a partir de su obtención.

Análisis	Hora de obtención del resultado	Hora de envío de los resultados	Tiempo total

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Apéndice 5. Instrumento para recolección de datos

Lista de cotejo No. 2

Tiempo de lectura de los resultados de control de calidad a partir de su recepción.

Análisis	Hora de recepción del resultado	Hora de lectura de los resultados	Tiempo total

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Apéndice 6. Instrumento para recolección de datos

Lista de cotejo No. 3

Volumen de producto no
conforme producido.

Fecha	Producto	Cantidad [m3]	Causa

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Apéndice 7. Instrumento para recolección de datos

Lista de cotejo No. 4

Volumen de reclamos de
producto.

Fecha	Producto	Cantidad [m3]	Causa

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Apéndice 8. Instrumento para recolección de datos

Lista de cotejo No. 4

Costo de reproceso de
producto no conforme.

Fecha	Producto	Cantidad [m3]	Costo

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Apéndice 9. **Instrumento para recolección de datos**

Ficha de observación

Nombre del
observador: _____

Fecha: _____ Hora: _____ Proceso: _____

Actividad de la investigación
relacionada: _____

Observaciones:

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

Apéndice 10. Revisión de control antiplagio

PlagScan by Turnitin Results of plagiarism analysis from 2022-11-03 06:03 UTC
2146307810101.pdf

2.4%

Date: 2022-11-03 05:58 UTC

★ All sources 35 | 🌐 Internet sources 32

✓ [2]	dokumen.pub/analisis-y-planeacion-de-la-calidad-metodo-juran-spanish-edition-970106142x-9789701061428.html	1.7%	44 matches
✓ [4]	repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/3886	0.3%	15 matches 3 documents with identical matches
✓ [8]	library.coldocumently8goq4rz-diseño-propuesta-ejecucion-agregados-adoquines-complementos-fabricados-produccion.html	0.5%	11 matches
✓ [9]	repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/12581	0.3%	8 matches
✓ [10]	biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/MAGEC128.pdf	0.5%	13 matches
✓ [11]	alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMS_d314295f4e509b1fc9ea1247e713df69	0.7%	9 matches 1 documents with identical matches
✓ [13]	calidadgrupo27.blogspot.com/p/resumenes.html	0.3%	14 matches
✓ [14]	library.colarticle/gestión-procesos-bases-teóricas-marco-teórico.yevepriz	0.0%	9 matches
✓ [15]	cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/8970	0.0%	5 matches
✓ [16]	curamiro2013.jmdofree.com/app/download/9415097371/INTRODUCCIÓN_A_LA_CALIDAD.pdf?r=1490287317	0.0%	10 matches
✓ [17]	www.buonastareas.com/ensayos/2De-Capitulo-Metodo-Juran/78036448.html	0.1%	5 matches
✓ [18]	www.paseidireto.com/archivo/111094075/tecnicas-de-control-para-optimizar-la-aplicacion-del-mantenimiento-productivo-to/11	0.1%	5 matches
✓ [19]	www.paseidireto.com/archivo/111308545/gestion-de-procesos-juan-bravo-carrasco-victoria-zurdo/5	0.0%	5 matches
✓ [20]	www.buonastareas.com/ensayos/Teoria-De-Calidad/6585966.html	0.0%	4 matches
✓ [21]	funcionadministrivacontrol.blogspot.com/p/medicion-correccion-y-retroalimentacion.html	0.0%	4 matches
✓ [22]	www.paseidireto.com/archivo/113151858/implementacion-del-sistema-de-gestion-de-la-calidad-norma-iso-90012000/18	0.7%	9 matches
✓ [23]	pt.scribd.com/document/388319650/Agregados-Para-Concreto	0.0%	4 matches
✓ [24]	www.researchgate.net/publication/357286155_Propuesta_para_la_implementation_de_un_sistema_para_la_gestion_de_la_contaminacion_	0.0%	3 matches
✓ [25]	studylib.es/doc/8833960/metodo-juran-analisis-y-planeacion-de-la-calidad-juran-Sta	0.0%	2 matches
✓ [26]	www.scribd.com/document/1480487131/fase1-colaborativo	0.0%	3 matches
✓ [27]	es.scribd.com/document/583986454/COSTOS-DE-CALIDAD-EL-METODO-JURAN	0.0%	3 matches
✓ [28]	es.scribd.com/document/492230709/Scada-Cloud-Computing	0.0%	1 matches
✓ [29]	www.monografias.com/trabajos107/cloud-computing-computacion-nubea/cloud-computing-computacion-nubea	0.0%	1 matches

Fuente: elaboración propia, empleando PlagScan.

15. ANEXOS

Anexo 1. Administración de la calidad

Quality Planning	Quality Control	Quality Improvement
Establish goals	Determine the control subjects	Prove the need with a business case
Identify who are the customers	Measure actual performance	Establish a project infrastructure
Determine the needs of the customers	Compare actual performance to the targets and goals	Identify the improvement projects
Develop features which respond to customers' needs		Establish project teams
Develop processes able to produce the products	Take action on the difference	Provide the teams with resources, training, and motivation to: Diagnose the causes Stimulate remedies
Establish process controls transfer the plans to the operating forces	Continue to measure and maintain performance	Establish controls to hold the gains

Fuente: Defeo y Jura (2010). *Juran's quality handbook: the complete guide to performance excellence*.