

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN
DE PAVIMENTOS RÍGIDOS DE ACUERDO A LA
NORMA ISO 9001:2015**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Elaborado por:

KENNETH ROGER LYNCH MERA

Asesor:

Ing. LUIS ALFREDO COLONIO GARCÍA

Lima - Perú

2019

© 2019, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados
**“El autor autoriza a la UNI a reproducir la Tesis en su totalidad o en parte,
con fines estrictamente académicos.”**

Kenneth Roger Lynch Mera

Correo electrónico: klynchm@uni.pe
Teléfono: 998 904 124

DEDICATORIA

A Dios, presente en la nobleza de mis amigos, en la vocación plausible de mis profesores, en el amor incondicional de mi familia y en los latidos del floreciente corazón, de quién sin conocer aún, es desde ya, la sublime inspiración que guiará mi vida, a partir de hoy y para siempre.

	Pág.
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPITULO I: GENERALIDADES	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	13
2.1 LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS	13
2.1.1 Concepto	13
2.1.2 Pavimento Rígido vs. Pavimento Flexible	16
2.1.3 Uso de los pavimentos rígidos	17
2.1.3.1 Experiencias internacionales recientes	18
2.1.3.2 Experiencias en el Perú	23
2.1.4 Métodos de diseño	25
2.1.5 Proceso constructivo de pavimentos rígidos	30
2.2 GESTIÓN DE LA CALIDAD	45
2.2.1 La calidad	45
2.2.2 Sistemas de gestión de la calidad (SGC)	49
2.2.3 La norma ISO 9001:2015	55
CAPÍTULO III: DEFICIENCIAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS EN EL PERÚ	67
CAPÍTULO IV: SISTEMA DE GESTIÓN PROPUESTO PARA ASEGURAR LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS	71

4.1	MAPA DE PROCESOS	71
4.2	POLÍTICA Y PLAN DE CALIDAD	72
4.3	PROCEDIMIENTOS	72
4.4	CAPACITACIÓN	72
4.5	MANUAL DE CALIDAD	72
4.6	IMPLEMENTACIÓN	73
4.7	AUDITORÍA INTERNA	73
4.8	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO	73
4.9	TRATAMIENTO DE LAS NO CONFORMIDADES	73
4.10	PLAN DE MEJORA CONTINUA	73
	CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS ESPERADOS	115
	CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	116
	CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	117
	BIBLIOGRAFÍA	118

RESUMEN

La calidad hoy en día ha dejado de ser un concepto académico para convertirse en un elemento neurálgico en la organización y cultura de las empresas. Todas, hoy en día apuntan a lograr altos estándares durante sus operaciones, sin embargo, en un sector tan decisivo para la economía nacional, como es el de la industria de la construcción, aún hay quienes se resisten a adoptar criterios saludables para lograr un mejor desempeño.

En este tan importante campo, y específicamente en las obras viales urbanas, la mayoría de concreto hidráulico, es evidente para cualquiera, que muchas presentan deficiencias constructivas. Se ha podido corroborar que las empresas ejecutoras y supervisoras de obra, no tienen un estándar del cual guiarse para construir pavimentos de calidad en beneficio del público usuario.

Lo que se pretende en esta investigación es en principio conocer los errores más recurrentes al momento de pavimentar vías con concreto hidráulico, para que, a partir de allí, se pueda plantear una propuesta de mejora en base a alguna metodología conocida. En ese afán y convenientemente, se determinó aplicar la sugerida por la Organización Internacional de Normalización - ISO, a través de su mundialmente conocida norma ISO 9001:2015.

Esta guía certificable, da las pautas necesarias para que cualquier organización, en principio, realice un diagnóstico de su situación actual y en base a ello, establezca criterios que ayuden a mejorar su productividad y cumplan también con los requisitos que el cliente exige.

Esto llevado al sector constructivo, aseguraría que la realización de las diversas actividades se dé en un marco regulado y no se hagan al azar. Depende mucho en ese sentido de la voluntad de quienes dirigen una empresa para dar este primer paso e implementar condiciones de cambio favorables. Se espera entonces, que el modelo que se desprende de aquí, mejore las condiciones constructivas de pavimentos de concreto hidráulico y genere valor a la empresa, en beneficio finalmente también del público usuario.

ABSTRACT

The quality today has ceased to be an academic concept to become a neuralgic element in the organization and culture of companies. All, today aim to achieve high standards during its operations, however, in an area that is crucial for the national economy, as is that of the construction industry, there are still those who resist adopting healthy criteria for better performance.

In this important field, and specifically in the road works in urban areas, the majority of hydraulic concrete, it is evident to anyone, that many weaknesses in constructive. It has not been possible to corroborate that executing companies and supervisors from work, does not have a standard which be guided to build pavements of quality for the benefit of the public user.

What is intended in this research is, in principle, to know the most recurring errors at the time of pave roads with hydraulic concrete, so that, from there, you can raise a proposal for improvement based on some methodology known. In that zeal and conveniently, it was determined to apply the suggested by the International Organization for Standardization - ISO, through its world-renowned ISO 9001:2015.

This certifiable guide gives the necessary guidelines for any organization, in principle, to make a diagnosis of their current situation and based on it, establish criteria that help improve their productivity and also meet the requirements that the client demands.

This led to the construction sector, would ensure that the realization of the various activities occurs in a regulated framework and are not made at random. It depends a lot on that sense of the will of those who run a company to take this first step and implement favorable conditions of change. It is expected, then, that the model that emerges from here, improve the constructive conditions of hydraulic concrete pavements and generate value to the company, in benefit finally also of the public user.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Comparativo entre pavimento rígido y flexible	17
Cuadro 2 Características de los corredores del STM	24
Cuadro 3 Correlación de espesores (cm) de Losa Convencional (AASHTO 93)	29
Cuadro 4 Recursos para la etapa PRE	35
Cuadro 5 Resumen de actividades Etapa DURANTE	41
Cuadro 6 Secuencia de actividades en etapa POST	44
Cuadro 7 Principios de Deming	47
Cuadro 8 Criterios en el modelo EFQM	53
Cuadro 9 Modelos para gestión de la calidad	55
Cuadro 10 Principios para Gestión de la Calidad según ISO 9001:2015	57
Cuadro 11 Control de comunicaciones	63
Cuadro 12 Canales Formales de Comunicación Interna	93
Cuadro 13 Canales Formales de Comunicación Externa	93
Cuadro 14 Acciones para tratamiento de NC	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estructura de pavimento flexible	13
Figura 2 Estructura de pavimento rígido convencional	14
Figura 3 Componentes de un pavimento de concreto hidráulico simple	14
Figura 4 Autopista Bruselas - Ostende	19
Figura 5 Pavimento de concreto en túnel	19
Figura 6 Autopista Houston, EEUU	20
Figura 7 Vías del Transmilenio en Bogotá, Colombia	21
Figura 8 Pavimentación de vía principal del Metrobus en Paraguay	22
Figura 9 Día de la inauguración de la vía expresa de Paseo de la República	23
Figura 10 Sección del pavimento en la Av. Venezuela (1924)	24
Figura 11 Modelos considerados en MEPDG	27
Figura 12 Distribución de cargas en losa tradicional	28
Figura 13 Etapa PRE en la construcción de pavimentos rígidos	30
Figura 14 Etapa DURANTE en la construcción de pavimentos rígidos	31
Figura 15 Etapa POST en la construcción de pavimentos rígidos	31
Figura 16 Corte y acarreo de material con fines de pavimentación	32
Figura 17 Conformación de base granular con motoniveladora	33
Figura 18 Control topográfico en conformación de bases granulares	34
Figura 19 Proceso de elaboración de concreto pre mezclado	38
Figura 20 Pavimentación con encofrados deslizantes	39
Figura 21 Extendido y nivelación de concreto con regla vibratoria	40
Figura 22 Acabado con alisadora mecánica simple	42
Figura 23 Ciclo de Deming o Ciclo PDCA	46
Figura 24 Diagrama de Procesos	61
Figura 25 La estructura de alto nivel y el ciclo PDCA (PHVA)	66
Figura 26 Inspección a trabajos de pavimentación	68
Figura 27 Vereda desalineada	70
Figura 28 Ciclo PHVA para implementar SGC	71
Figura 29 Estructura de Modelo de Gestión	74
Figura 30 Organigrama de empresa Primera Vía SAC	75
Figura 31 Procedimiento Control de Documentos	84

Figura 32 Procedimiento de Registro de Ensayos	85
Figura 33 Procedimiento de Registro de Proveedores	87
Figura 34 Procedimiento de Registro de Planos	90
Figura 35 Procedimiento de Reclutamiento de Personal	91
Figura 36 Procedimiento de Control de Cambios en Ingeniería	92
Figura 37 Procedimiento de Compra	95
Figura 38 Procedimiento de recepción y almacenaje de m&e	100
Figura 39 Procedimiento de Control de Equipos de Medición	103
Figura 40 Proceso Constructivo de Pavimentos Rígidos	103
Figura 41 Procedimiento de tratamiento de NC	112
Figura 42 Procedimiento de Auditoria Interna	114

LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

AASHTO	: American Association of State Highway and Transportation Officials
DP	: Diseño de Pavimentos.
EAL	: Siglas en inglés de Cargas por Eje Equivalente.
EFQM	: Fundación Europea para Gestión de la Calidad
EMSP	: Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Pavimentación
IMDA	: Índice Medio Diario Anual.
ISO	: Organización Internacional de Normalización
MEPDG	: Método Mecánico -Empírico de Diseño de Pavimentos
Mr	: Módulo de Resiliencia O Módulo Resiliente
MR	: Módulo De Rotura
PCA	: Portland Cement Association
SGC	: Sistema de Gestión de la Calidad
SN	: Número Estructural.
Δ PS	: Pérdida de Serviciabilidad

INTRODUCCIÓN

El interés de investigar sobre la forma en que se construyen los pavimentos de concreto hidráulico en el país, surge a partir de las constantes quejas y reclamos que se pueden ver en distintos medios de comunicación sobre las deficiencias que presentan éstos muy tempranamente, para que, sabiendo las causas o motivos de esta problemática, se pueda plantear una solución al respecto.

La tesis se estructura en siete capítulos desarrollados de manera correlativa, tratando de integrar progresivamente una a uno. El primero está referido al estado del arte del tema en referencia, la situación del problema actualmente y la defensa de la investigación para fijar un objetivo en concreto. Para ello se revisó diversa documentación nacional y de otros países.

El segundo capítulo describe de manera conceptual los tópicos de Pavimentación Rígida y Calidad. Respecto a lo primero, se abordan las definiciones más comunes para entender qué es, para qué sirve y cómo se diseñan y construyen los pavimentos. En cuanto a Calidad, se hace mención a la definición formal del término. Asimismo, se describen los distintos Sistemas de Gestión de la Calidad existentes propuestos por organismos internacionales académicos reconocidos, con énfasis en el planteado por el Organismo Internacional de Estandarización (ISO). Para el desarrollo se investigó a través de distintas fuentes y se compiló convenientemente la información hallada para plasmarla en este documento.

En el tercer capítulo se hace referencia a evidencias documentadas de las malas prácticas más recurrentes presentes en la construcción de pavimentos en nuestro país. Se mencionan debidamente referenciadas las observaciones que distintos órganos de control encontraron en inspecciones realizadas a obras de este tipo a lo largo del territorio nacional.

Con el cuarto capítulo se da cumplimiento al objetivo de la investigación. Allí se describe el modelo de gestión propuesto de acuerdo a la norma internacional ISO 9901:2015 y los pasos que se debe seguir para elaborarlo e implementarlo. En el capítulo cinco se hace un análisis de los beneficios que se espera una vez puesto en práctica el sistema de gestión en mención. Finalmente, en los capítulos seis y siete se muestran las conclusiones y recomendaciones respectivamente a las que se ha llegado al final de la investigación.

CAPITULO I: GENERALIDADES

ANTECEDENTES

El mundo competitivo actual propicia la mejora continua en las organizaciones y el sector constructivo no ha sido ajeno a esta tendencia, tal es así que diversas empresas constructoras han adoptado estándares, nacionales o internaciones con el fin de propiciar la calidad en cada uno de sus procesos y por ende satisfacer íntegramente las demandas del cliente. En nuestro país, existen diferentes investigaciones académicas relacionadas con este tema.

- Sánchez Ynoñán, Pedro (2016). Formulación del sistema de gestión de calidad según la norma ISO 9001-2015, para la empresa constructora Pasco Asociados S.A.C. Lima: Universidad César Vallejo, sugiere una metodología para asegurar la calidad en todos los procesos de la organización de acuerdo a la norma ISO 9001:2015.
- Segura Gonzales, Zurisadai Mariella. (2012). Propuesta de modelo de desarrollo de la gestión de la calidad en las empresas constructoras de edificaciones. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, plantea un modelo de desarrollo de la gestión de la calidad aplicable a empresas constructoras.
- Charalla Pfuño, Mauro César. (2001). Plan de aseguramiento de calidad en obras de edificación. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, elabora un Plan de Calidad para una obra de edificación, con el objetivo de mejorar los procesos durante la construcción y asegurar por ende el cumplimiento de las exigencias contractuales.

En otros países, este contenido, también ha sido motivo de estudio:

- Jaramillo Rodríguez, Andrea Carolina (2018). Diseño e implementación de los procesos de valor basados en la norma ISO 9001:2015 en la empresa constructora Vifarco Cía. Ltda. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, plantea un enfoque basado en procesos y elabora un Sistema de Gestión de la Calidad que involucra a la Gerencia General y a las gerencias de Construcciones, Ventas, Adquisiciones, Recursos Humanos y Finanzas de la empresa en mención.

- Solar Serrano, Patricia del; Rio Merino, Mercedes del y Palomo Sánchez, José Gabriel (2010). Actividades del proceso de mejora continua: Estudio y Análisis de los defectos de construcción en edificación de viviendas. España: Universidad Politécnica de Madrid; indican que para que se lleve a cabo el proceso de mejora continua en la construcción de viviendas, es preciso iniciar detectando todas las fallas durante el proceso constructivo, analizar las posibles causas y a partir de todo ello establecer acciones correctivas y preventivas a fin de evitar que estas deficientes se repitan. Para esto, manifiestan que es necesario llevar una inspección con el rigor suficiente que asegure que el producto final cuente con la calidad exigida y evite molestias posteriores en el usuario final.
- Evelyn Melissa Alegría Vivas, Leidy Johanna González Pabón y Cristi Lucia Quiroga Romero (2017). Diseño de un instrumento de diagnóstico para la implementación y mejora de un sistema de gestión integrado para empresas pequeñas del sector de la construcción en Cúcuta, Norte de Santander. Colombia: Universidad Santo Tomás, presentan el diseño de un instrumento de diagnóstico que facilita la implementación y mejora de un sistema de gestión integrado en empresas constructoras pequeñas a fin de entregar productos de calidad. Hacen hincapié también en aspectos relacionados a la seguridad en obra y al cuidado medioambiental, a los cuales consideran como ejes muy importantes para articular una buena gestión integral en la organización.

Sin embargo, de acuerdo a toda la bibliografía consultada y a las referencias antes mencionadas, no existen averiguaciones académicas específicas orientadas a asegurar la calidad durante el proceso constructivo de pavimentos rígidos y menos aun teniendo como base a una norma internacional fácil de implementar como la ISO 9001:2015.

JUSTIFICACIÓN

La construcción de pavimentos rígidos cada día es más frecuente en nuestro país. Sin embargo, la mayoría de empresas dedicadas a brindar este servicio, no cuentan con procesos estandarizados que permiten alcanzar un producto final de calidad. Tampoco existe una iniciativa que promueva la normalización de la

ejecución de este tipo de infraestructura. Es por ello, que resulta relevante establecer criterios que puedan aplicarse con el objetivo de cumplir con los requerimientos que tal actividad amerita en beneficio del usuario final.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La falta de un sistema de gestión de la calidad (SGC) en una empresa especializada en la construcción de pavimentos rígidos, hace probablemente que, no se alcance con los requerimientos establecidos en un inicio por parte del cliente o usuario final. No contar con procesos claramente identificados, algunas veces deviene en una mala dirección de la obra, que trae como consecuencia un sobre costo por la inconformidad del servicio y una mala reputación que puede terminar liquidando a la organización.

Urge, en este sentido sentar las bases y establecer una metodología práctica sustentada en normativas internacionales, como la ISO 9001:2015, fácil de aplicar.

DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta de mejora con base en la norma ISO 9001:2015 del proceso constructivo de pavimentos rígidos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y conocer la situación actual de la gestión del proceso constructivo de pavimentos rígidos.
- Determinar las deficiencias en la gestión del proceso constructivo de pavimentos rígidos.
- Plantear una propuesta de mejora para la gestión del proceso constructivo de pavimentos rígidos de acuerdo a la norma ISO 9001:2015.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS

2.1.1 Concepto

Se define como pavimento a aquella estructura que tiene como objetivo facilitar una superficie de rodadura para el tránsito en general, la misma que está configurada de acuerdo a un ordenamiento conveniente de capas de distintos materiales granulares apropiados que se encargarán de transmitir las presiones generadas al suelo de fundación también llamado subrasante. Las características de estas capas se fundamentan en aspectos técnicos, económicos y sobre todo viables provenientes de un cálculo o diseño metodológico.

Los pavimentos han sido clasificados en dos grandes grupos, considerando la forma en que se transfieren los esfuerzos desde la capa superior hasta la subrasante. Tal es así, que se tiene a los pavimentos flexibles, caracterizados por trasladar gran parte de las tensiones al suelo de cimentación y, a los rígidos, en los cuales la mayoría de las cargas producidas son absorbidas por la capa superior compuesta de concreto hidráulico. Existe también un tipo de pavimento no muy difundido: el semi rígido, que se diferencia del flexible únicamente por habersele rigidizado su base con productos químicos o cemento.

En su conformación, los pavimentos flexibles presentan por lo general una carpeta delgada de rodamiento (concreto de cemento asfáltico), que descansa sobre una base y sub base granulares asentadas sobre la subrasante. Dependiendo de la exigencia que se tenga, el diseño determinará las particularidades de las capas.

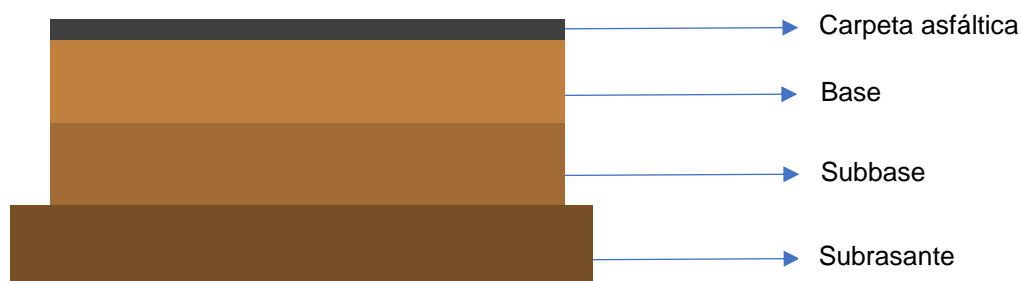


Figura 1 Estructura de pavimento flexible

Fuente: Elaboración propia

Por su lado, los pavimentos rígidos están compuestos de una losa de concreto hidráulico y pueden o no tener una capa de material granular entre la subrasante y la carpeta de rodadura. A diferencia de los pavimentos flexibles, la carpeta de rodadura es de un espesor considerable. Dada ciertas condiciones, presenta acero en su estructuración.

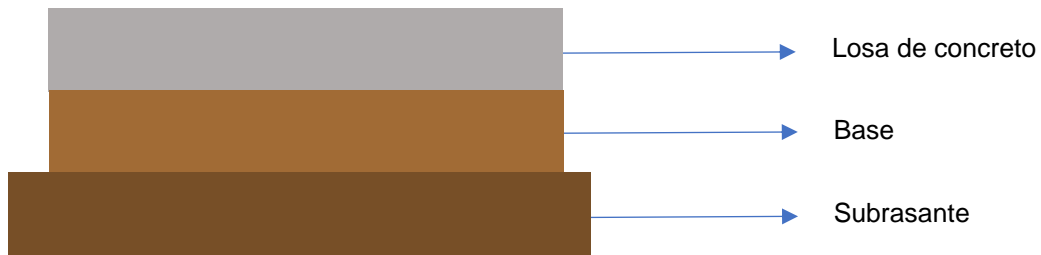


Figura 2 Estructura de pavimento rígido convencional

Fuente: Elaboración propia

En algunas ocasiones, existe otra capa intermedia entre la carpeta de rodadura (losa de concreto) y la base llamada sub base. En la siguiente figura se aprecia con más detalle los componentes en este caso de un pavimento de concreto simple con barras de transferencia de carga.

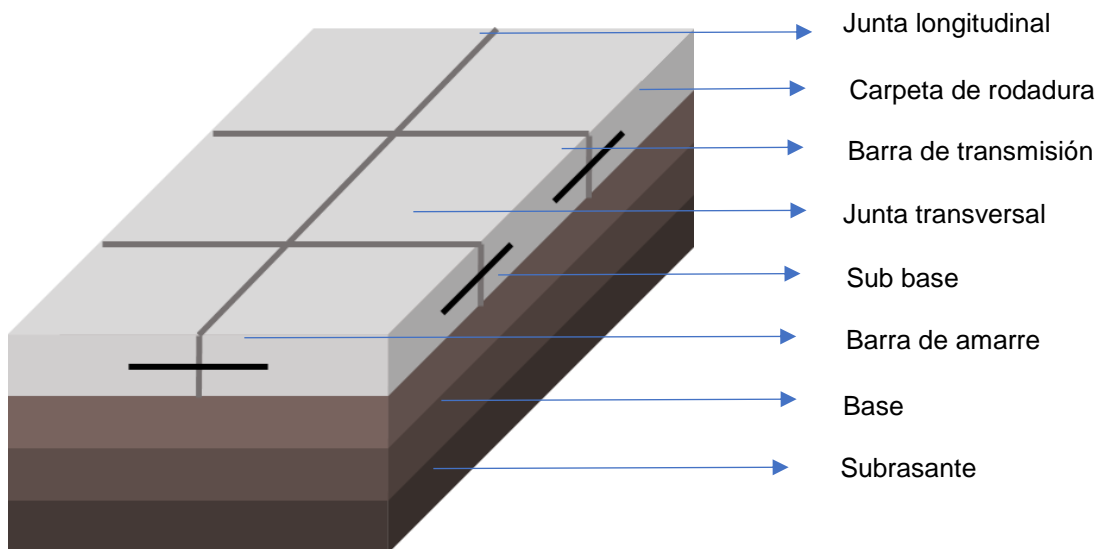


Figura 3 Componentes de un pavimento de concreto hidráulico simple con elementos de transferencia de carga

Fuente: Elaboración propia

- Subrasante:

El Manual de Suelos, Geotecnia y Pavimentos, versión 2013 elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de nuestro país, define a la subrasante como “la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. La subrasante es el asiento directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera que se construye entre el terreno natural allanado o explanado y la estructura del pavimento. La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito. Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño de la estructura del pavimento que se colocará encima”.

- Base

Es la capa de material granular encargada de transmitir a las capas inferiores las tensiones producidas por el tránsito, Es de tipo granular y al igual que la subrasante debe tener propiedades geotécnicas que aseguren el buen comportamiento de toda la estructura (pavimento)

- Subbase

En pavimentaciones rígidas, normalmente esta capa se obvia, sin embargo, su uso obedece a criterios especiales de diseño. En algunos casos se utiliza con fines de drenaje y controlador de la capilaridad del agua.

- Capa de Rodadura:

Forma parte de la estructura del pavimento y está conformada por concreto hidráulico diseñado para las solicitaciones de carga que manda el diseño. Usualmente se utilizan concretos cuya resistencia está por encima de los 280 kg/m² y es debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad que absorbe y distribuye mejor las cargas producidas por el tránsito. El concreto asimismo deberá satisfacer otros requisitos como clima, durabilidad, etc.

- Barra de amarre

Son varillas de acero de refuerzo corrugado colocadas en las juntas longitudinales del pavimento. Su espesor varía de acuerdo al espesor de la carpeta de rodadura y se ubican a la mitad de la misma. Sirve para unir estructural entre las losas adyacentes y evitar el movimiento lateral de los carriles.

- Barra de transmisión

A diferencia de las barras anteriores, éstas son de acero liso y tienen sus bordes redondeados, colocados perpendicularmente a las juntas transversales. Su función es evitar los desplazamientos verticales diferenciales al transmitir la carga entre una y otra losa adyacente. No restringe el movimiento de paños contiguos.

- Juntas transversal y longitudinal

Las juntas se generan para controlar básicamente la fisuración en la losa de concreto. En la sección 2.1.4 de esta tesis se aborda con más detalle este punto.

Por otro lado, es preciso señalar que lo descrito anteriormente corresponde a UN tipo de pavimento rígido, el de concreto simple con elementos de transferencia de carga como se mencionó, dado que, en el país, en pavimentaciones de orden urbano son los más utilizados y es la referencia principal para el presente estudio, sin embargo, existen otros tipos con algunas variantes:

- Pavimentos de concreto con refuerzo continuo
- Pavimentos de concreto pre esforzado
- Pavimentos de concreto reforzado con fibras

2.1.2 Pavimento Rígido vs. Pavimento Flexible

Son muchas las consideraciones al momento de establecer un cuadro comparativo entre un tipo de pavimento y otro. Se puede tener en cuenta criterios de funcionalidad, vida útil, aspectos económicos y hasta en algunos casos, estéticos.

Existen sendos estudios dedicados a este tema, los cuales han analizado diversas variables con el fin de realizar un paralelo y ciertamente han concluido que ambos tipos poseen cualidades propias que diseñadores y constructores deben aprovechar en beneficio del usuario final.

De modo que es necesario en principio evaluar las solicitaciones existentes, tránsito y clima, por ejemplo, cuantificar los costos de construcción inicial y mantenimiento posterior, ver las implicancias ambientales e incluso sociales que pueda tener la ejecución de la obra en sí, y establecer las ventajas que pueda tener uno respecto del otro, como durabilidad, resistencia, comodidad, disponibilidad de recursos, etc. Por último, la solución que se plantee debe ajustarse rigurosamente a criterios normados que sustenten tal decisión. A continuación, se detalla un cuadro comparativo entre uno y otro tipo de pavimento:

Cuadro 1 Comparativo entre pavimento rígido y flexible

P. RÍGIDO	P. FLEXIBLE
Inversión inicial de construcción alta	Inversión inicial de construcción baja
Vida útil: 30 – 50 años	Vida útil: 10 – 15 años
Costo de mantenimiento bajo	Costo de mantenimiento alto
Costo de rehabilitación alto	Costo de rehabilitación bajo
Menor comodidad de circulación	Mayor comodidad de circulación
Alta capacidad reflectiva	Baja capacidad reflectiva

Fuente: Elaboración propia

2.1.3 Uso de los pavimentos rígidos

Después de que Joseph Aspdin y James Parker patentaran en 1824 el Cemento Portland, obtenido de caliza arcillosa y carbón calcinados a alta temperatura, la tecnología del concreto empezó a ver la luz y su utilización alcanzó también a los pavimentos.

En Escocia se tienen las evidencias de los primeros pavimentos construidos con concreto hidráulico, que datan del año 1,865 y 1,872 en las ciudades de Inverness, y Edimburgo respectivamente. Asimismo, en Estados Unidos de América entre los años 1,927 y 1,928 se construyó la pista de aterrizaje del Terminal Ford en Deabord, Michigan.

A América Latina, esta nueva forma de pavimentación llega el siglo pasado en la década de los 20, 60 años después de su primera aplicación, en un estado incipiente de desarrollo comparado con lo que se tiene ahora y su empleo es relativamente bajo. Los primeros países que apostaron por esta nueva técnica fueron El Salvador, Colombia, Brasil y Perú.

Actualmente, los pavimentos de concreto hidráulico vienen siendo utilizados exitosamente en distintos proyectos. Su aplicación ha sido diversa, tal es así que su uso se cuenta en pistas de aterrizaje de aeropuertos, autopistas multicarriles, carreteras, losas en puertos, losas industriales, explanadas de centros comerciales, vías urbanas, entre otros.

Es más, con la presencia de empresas proveedoras de concreto premezclado su manejo se ha intensificado, pues facilita el proceso constructivo del mismo. De igual modo, la tecnología tanto para la fase de diseño como para la etapa de ejecución viene evolucionando favorablemente. Sumado a ello están los factores medioambientales que hacen de éste una solución sostenible, como por ejemplo la reducción en el uso de combustible y emisiones durante la construcción y en la fase de operatividad, además de su contribución al enfriamiento global debido a las características de su superficie.

En ese sentido, mientras los desarrolladores de infraestructura vial consideren al pavimento de concreto hidráulico como una alternativa efectiva, alentará a quien corresponda a seguir innovando obteniendo cada vez más productos de mejor calidad en beneficio de la sociedad en su conjunto.

2.1.3.1 Experiencias internacionales recientes

- Europa

En diversos países de Europa, el uso del concreto hidráulico para la construcción de nuevos pavimentos y para la rehabilitación de algunos existentes, viene siendo intensificado. En España tiene bastante aceptación este tipo de pavimento debido a que su buen desempeño se ha evidenciado a lo largo del tiempo. Tal es el caso, de la autopista Y de Asturias, de 43 km de longitud que, pese a sus 40 años de antigüedad, aun se encuentra en óptimas condiciones. En Austria el 40% de las autopistas son de concreto y el 70% de las que se encuentran en construcción también. Es el primer país en obligar a que las vías en túneles que superen un kilómetro se construyan con este material.

Asimismo, en Bélgica, un tercio del total de las autopistas son pavimentadas con concreto armado continuo, tal es el caso de la autopista Bruselas – Lieja y el túnel de Coite de casi 2km de recorrido.



Figura 4 Autopista Bruselas - Ostende

Fuente: Federación Interamericana del Cemento



Figura 5 Pavimento de concreto en túnel

Fuente: Federación Interamericana del Cemento

- América del Norte

Estados Unidos de América posee en la actualidad el 60% de sus carreteras interestatales pavimentadas con concreto hidráulico. A pesar de que el asfalto sigue siendo más económico respecto del concreto, este país ha optado por este tipo de pavimentación, considerando aspectos de durabilidad principalmente en el caso de tránsitos pesados. El periodo de diseño promedio estima una vida útil de 20 años, sin embargo, en algunos casos se calcula para una duración de 40 a 50 años aproximadamente.



Figura 6 Autopista Houston, EEUU

Fuente: CEMEX

En México se tienen experiencias interesantes respecto a este tema. En los últimos 30 años, se han construido vías importantes con pavimento rígido, tal es el caso de los 36 km del tramo Tuxpán – Tihuatlán en el estado de Veracruz, los 24 km de la autopista Guadalajara – Tepic además de las innumerables vías urbanas e industriales, gracias también a que en este país se encuentra la empresa proveedora de cementos más grande del mundo: Cemex.

- América del Sur

En Colombia el concreto hidráulico ha ganado protagonismo para el desarrollo vial en los últimos 15 años. Por ejemplo, en grandes concesiones como la Ruta del Sol, Autopista de las Américas y Autopistas del Café se ha utilizado este material, llegando a pavimentar más de 700 kilómetros de vías del orden nacional. En el novedoso sistema de transporte Transmilenio en la ciudad de Bogotá también se ha utilizado concreto para la pavimentación de las vías, logrando por este hecho un reconocimiento de Naciones Unidas al haber reducido en casi 250,000 toneladas por año de emisiones de CO₂. Se estima que, en este país, los costos de pavimentación con concreto hidráulico no son tan altos respecto de la pavimentación con asfalto, lo que sustenta su uso intensificado últimamente por parte de entidades estatales y privadas, desplazando a la cultura del asfalto muy arraigada en el país vecino.



Figura 7 Vías del Transmilenio en Bogotá, Colombia

Fuente: CEMEX

En Brasil, en los últimos 15 años la pavimentación con concreto hidráulico se ha masificado debido a una política que involucra a los sectores estatales y privados. Se puede mencionar diversas obras ya ejecutadas de consideración, como la carretera BR 101 NE, la Carretera de Circunvalación Mário Covas, la Rodovia dos Imigrantes y las Marginales Castello Branco en Sao Paulo, la BR-232 en Pernambuco, la BR-290 y la Carretera RS 118 en Río Grande do Sul, y la Perimetral de Porto Alegre, por citar las más importantes.

En Argentina, también se tiene un avance significativo en el uso de este tipo de pavimentos. En la autopista 9 Rosario – Córdoba, se pavimentaron casi 500 km de vía, lo mismo en la ruta 19 que une Córdoba con Santa Fe. Son casi 2,000 km de pavimentos rígidos que se tiene a la fecha en rutas nacionales e interprovinciales, además de los miles de m² en losas de concreto construidas con fines industriales.

Mención aparte, tiene el país de Paraguay, que ha implementado “La ley del pavimento rígido” que establece la construcción de obras viales utilizando concreto hidráulico. Esta ley que ya viene siendo ejecutada desde inicios de año, busca en principio dinamizar el consumo de cemento nacional y evitar el uso de asfalto importado en las pavimentaciones, asimismo disminuir los costos posteriores en el mantenimiento de vías.



Figura 8 Pavimentación de vía principal del Metrobus en Paraguay

Fuente: Asociación Paraguaya de Carreteras

2.1.3.2 Experiencias en el Perú

Una de las obras de pavimentación con concreto más representativas en el país es sin duda la actual Vía Expresa de Paseo de la República (Lima) por la magnitud y por la trascendencia que tiene hasta la actualidad.

El primer tramo de esta vía se inauguró en el año 1967 y comprendía desde el Óvalo de la avenida Graú hasta la avenida Javier Prado. La construcción de la segunda etapa se reanudó en 1969 y se proyectó hasta el distrito de Barranco.



Figura 9 Día de la inauguración de la vía expresa de Paseo de la República

Fuente: Archivo fotográfico Diario El Comercio

La construcción se llevó a cabo en tiempo récord, puesto que contó con la participación de cinco empresas constructoras. La conformación de la subrasante implicó la excavación masiva de grandes cantidades de material. El material fino fue depositado convenientemente en Balconcillo y el material grueso fue triturado y utilizado para la producción de concreto pre mezclado, que estuvo a cargo de la empresa Copresa. Se utilizó cemento tipo V y se obvió el empleo de algún aditivo. La losa de concreto estuvo diseñada para soportar resistencias en un orden de 210 kg/cm² a la compresión y 50 kg/cm² a la flexión. Se utilizaron trenes de pavimentación autopropulsado, toda una novedad para la época.

Asimismo, la estructura del pavimento se conformó por dos capas de grava arenosa, sub base y sub rasante, y una losa de 19 cm de espesor que 50 años después se encuentra en condiciones aceptables de uso, lo que reafirma que la utilización del concreto en obras viales es conveniente a largo plazo.

Otra obra relevante y considerada la primera en donde se utiliza concreto para fines de pavimentación es la actual avenida Venezuela que se hizo con el fin de unir Lima y Callao en 1924 y constituye a la vez una de las primeras en Latinoamérica de este tipo. En total son 12.2 km de recorrido que se inician en la Av. Alfonso Ugarte y termina en la Agencia de Aduanas del Callao.

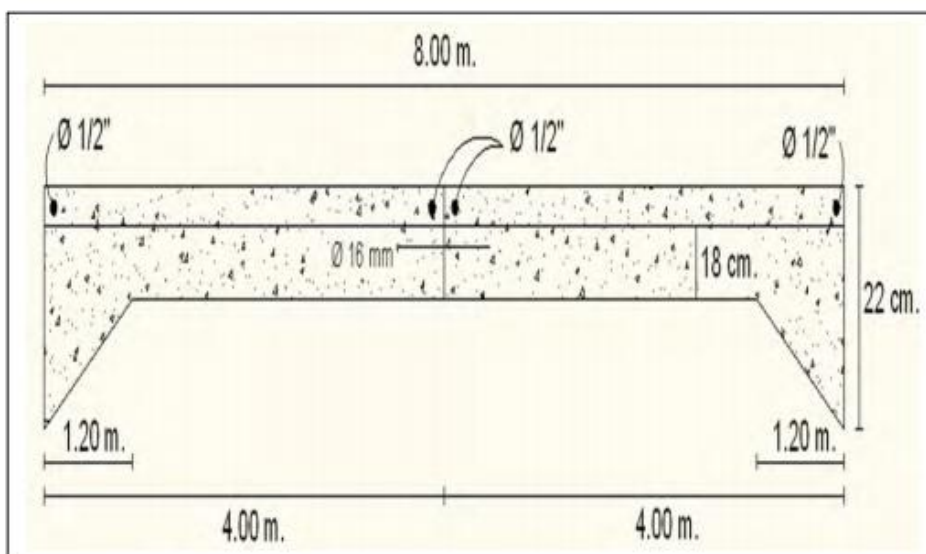


Figura 10 Sección del pavimento en la Av. Venezuela (1924)

Fuente: Asocem

Finalmente, en el año 2010 se construyó la vía del Sistema de Transporte Metropolitano utilizando concreto en la pavimentación. Consta de tres corredores viales cada uno con especificaciones técnicas distintas.

Cuadro 2 Características de los corredores del STM

	Corredor 1	Corredor 2	Corredor 3
Longitud (km)	13.9	4.9	7.15
Espesor (m)	30	30, 28, 35	32

Fuente: Asocem – Elaboración propia

2.1.4 Métodos de diseño

Dado que la presente tesis, se centra en el proceso constructivo de los pavimentos rígidos, solo se hará referencia de los principales métodos de diseño de manera sucinta y sobre todo conceptual.

Los métodos descritos a continuación son sugeridos por organismos técnicos internacionales acreditados para tal fin. El más reconocido y empleado en el país, es sin duda el propuesto por la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO) en 1993, producto de una serie de averiguaciones empíricas iniciadas en la década del 50. También está, aunque poco difundido por estos lares, la Guía de Diseño Mecánico - Empírico de Pavimentos 2008 (MEPDG) de la misma institución. Asimismo, se tiene el planteado por la Portland Cement Association de los Estados Unidos de Norte América en 1984 y finalmente el método que recurre a I para establecer losas con geometrías optimizadas.

- AASHTO 93

De manera iterativa se busca igualar la ecuación siguiente, considerando la repetición de cargas de tránsito, de manera que alcance la serviciabilidad final estimada para su periodo de diseño, teniendo un espesor inicial supuesto. Para tal fin, se pueden emplear programas computacionales, hojas de cálculo y/o nomogramas.

$$\text{Log } E_{18} = Z_R S_o + 7.35 \log(D + 1) - 0.006 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$(4.22 - 0.32 \times P_t) \log \left[\frac{S'_c C_D (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0.25}} \right]} \right]$$

El espesor D está en pulgadas. E_{18} representa el número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas en todo el periodo de diseño. Z_R es la desviación normal estándar para una confiabilidad R , S_o el error estándar de todas las variables. La diferencia de los índices final e inicial del servicio viene dada por ΔPSI y el índice de serviciabilidad por P_t . El módulo de ruptura del concreto a emplear (a los 28 días) es S'_c y su módulo de elasticidad E_c , ambos en psi. C_D y J son los coeficientes de drenaje y transmisión de cargas en las juntas respectivamente. Finalmente, K es el coeficiente de balastro de la superficie en donde descansará el pavimento expresado en psi/pulgada.

Pese a su poca rigurosidad, este método es bastante empleado en el país, tanto así que quizás el más utilizado por diseñadores en los últimos tiempos con resultados positivos.

- **MEPDG 2008**

Esta guía para el diseño de pavimentos rígidos (nuevos y existentes, a nivel de rehabilitación), introduce una serie de variables no consideradas en la anterior, buscando principalmente establecer condiciones más reales (climáticas y de tránsito) y haciendo uso de principios basados en la mecánica de los materiales al momento del cálculo a fin de predecir el comportamiento estructural y funcional esperados.

AASHTO a través de la comercialización del paquete informático DARWIN ME, promueve el uso de este método, el mismo que se ha desarrollado teniendo en cuenta modelos matemáticos que interaccionan las variables existentes y da una aproximación más certera en cuanto al desempeño del pavimento, verificando el porcentaje de grietas transversales presentes usualmente en el carril que soporta el tránsito más pesado y el escalonamiento en las juntas debido a una mala transferencia de carga o una erosión en las capas inferiores.

Resulta importante que en el país se implemente esta metodología desde los organismos estatales con el objetivo de tener diseños optimizados reflejados en el ahorro económico de acuerdo a las características de nuestra realidad, para lo cual indispensablemente se debe disponer de laboratorios bien equipados, equipos calibrados, registro climático por región, datos de tráfico y sobre todo una intensa campaña de capacitación técnica a nivel teórico y práctico que implique también el uso de softwares afines a este modelo de diseño.

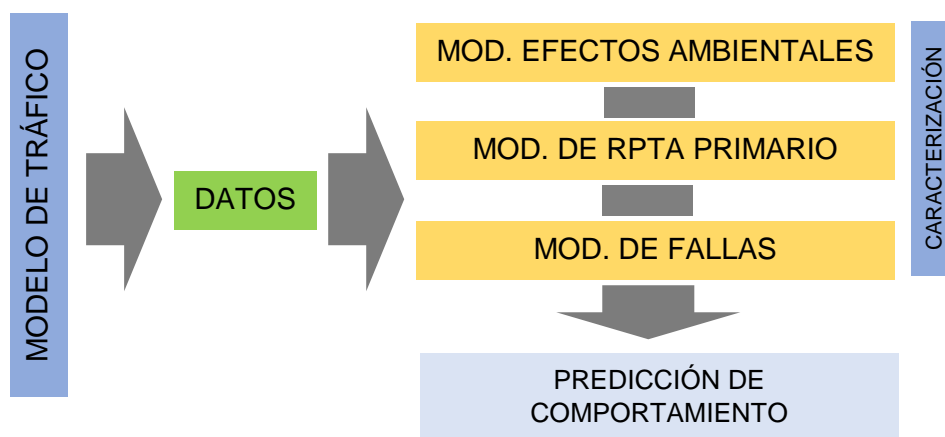


Figura 11 Modelos considerados en MEPDG

Fuente: Elaboración propia

- PCA 84

Surge como una alternativa más para el diseño de pavimentos de concreto hidráulico, siendo su principal aporte, la consideración de la fatiga y la erosión al momento de calcular el espesor más apropiado de las losas. Es producto de la complementación adecuada de una base teórica muy bien fundamentada en la tecnología de pavimentos, la teoría de elementos finitos y los procesos experimentales llevados a cabo durante varios años de investigación.

Este método se basa en los siguientes principios o factores de diseño:

- Soporte, medido a través del módulo de reacción (K) de la subrasante.
- Resistencia del concreto, expresado a través del módulo de rotura.
- Cargas del tránsito proyectado para todo el periodo de diseño
- Transferencia de cargas en juntas transversales
- Bermas de concreto

Para su resolución manual se emplean tablas y ábacos, sin embargo, esta técnica está siendo desplazada por los diversos softwares existentes en el mercado, siendo uno de ellos el STREET PAVE.

Se inicia el cálculo estimando un espesor tentativo, el cual se considera inapropiado si el consumo total de fatiga o el daño total por erosión superan el 100%. De ser este el caso, se repite el procedimiento con un espesor mayor a la inicial de manera iterativa.

- LOSAS OPTIMIZADAS

Este reciente método postula que la reducción de esfuerzos de tracción en el pavimento implica también una reducción en el espesor de la losa. La empresa TC Pavements ha sido en la región una de las principales dedicadas al desarrollo de investigación de este tema, que a decir en palabras de su socio fundador, el ingeniero Juan Pablo Covarrubias Torres busca solucionar el agrietamiento de los pavimentos de concreto tradicional a través del diseño de losas con geometría optimizada que a su vez permite una distribución inteligente y novedosa de las cargas en el pavimento, es decir, las losas se dimensionan de tal forma que éstas nunca sean cargadas por más de un set de ruedas de camión, logrando así disminuir significativamente las tensiones y el espesor que éstas requieren, haciendo más económica la construcción, con la misma vida útil que el diseño tradicional pero además con un menor costo de mantenimiento.

Se ha comprobado que puede llegarse a optimizar recursos alrededor del 30 %, puesto que los espesores llegan a reducirse en el orden de los 4 a 10 centímetros, dependiendo del tipo de tráfico considerado.

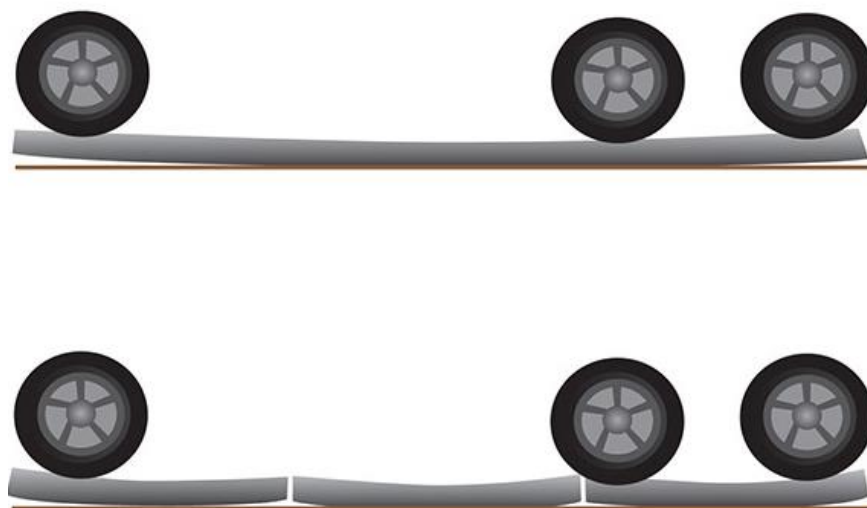


Figura 12 Distribución de cargas en losa tradicional y en losa optimizada

Fuente: TC Pavements

Cuadro 3 Correlación de espesores (cm) de Losa Convencional (AASHTO 93)
y Losa Optimizada (OptiPave2)

CBR %	20	10	3
Losa Convencional (3.5m x 4.5m)	Losa Optimizada (1.75m x 1.75m)		
15	13	11	10
16	13	12	11
18	14	13	12
20	15	14	13
22	16	15	13
24	17	16	14
26	17	18	15
28	18	19	16
30	19	20	17
32	21	22	19

Fuente: TC Pavements

Mención aparte merecen las juntas en el pavimento. Estas vienen a ser una especie de falla inducida con el fin de aliviar las tensiones que se producen en el concreto, en ese sentido controlan el agrietamiento transversal y longitudinal, facilitan la transferencia de carga entre losas y permiten el movimiento y alveo de las mismas. Son de tipo longitudinal y transversal, siendo las primeras las que definen la dirección del tránsito. Las segundas están dispuestas en forma perpendicular a las longitudinales.

Se recomienda que, para condiciones ambientales normales, las longitudes de las losas no deben ser 1.25 veces más grandes que su ancho. Por el contrario, en climas fríos y de altura, se debe procurar que las losas tengan geometría cuadrada, recomendable 1.75mx1.75m, de acuerdo a la teoría de losas optimizadas descritas líneas arriba.

2.1.5 Proceso constructivo de pavimentos rígidos

Dependiendo de quienes sean los responsables de la construcción del pavimento, se pueden identificar algunas diferencias durante la ejecución del mismo. Esto debido a que no todos cuentan con los recursos necesarios y óptimos para llevar a cabo tal fin. Mucho depende de la organización de los constructores y también de la envergadura del proyecto.

Tratándose de la construcción de un tramo regular de pavimento con concreto hidráulico, se pueden establecer tres tiempos muy bien marcados. En principio se tiene la preparación del terreno (Etapa PRE) que implica entre otras cosas, el nivelamiento del mismo para poder recibir las capas de cimentación respectiva (base y/o sub base granulares). Seguidamente se realiza la conformación del pavimento en sí (Etapa DURANTE), es decir el vaciado de concreto sobre la subrasante de acuerdo al espesor calculado de la losa y finalmente se tiene los procedimientos de acabado (Etapa POST), que se realizan de acuerdo a las especificaciones del proyecto, dando por finalizado de esta manera todo el proceso, exceptuando del mismo la fase de mantenimiento.



Figura 13 Etapa PRE en la construcción de pavimentos rígidos
(nivelación del terreno)

Fuente: MGN Movimiento de Suelo SA



Figura 14 Etapa DURANTE en la construcción de pavimentos rígidos
(vaciado de concreto)

Fuente: Municipalidad Distrital de Chilca



Figura 15 Etapa POST en la construcción de pavimentos rígidos
(sellado de juntas)

Fuente: Química Suiza - Perú

- Etapa PRE

En esta fase se realizan labores que tienen que ver únicamente con la conformación de la plataforma de la subrasante. Para ello se debe disponer de los recursos mínimos necesarios que faciliten su ejecución. De acuerdo a las especificaciones del proyecto, en esta etapa se establece el cimiento que en buena medida garantizará el éxito del proyecto. Comprende en principio las actividades de movilización de equipos y reconocimiento del terreno, seguido de los trabajos de corte y relleno para alcanzar el nivel establecido en los planos. Normalmente en estas labores, se emplea muy poca mano de obra, ya que casi todo se realiza con maquinaria pesada. A continuación, se enumeran las distintas partidas involucradas:

- Corte y Acarreo de material excedente

Se excava el material excedente de acuerdo a los niveles topográficos establecidos. Normalmente esta excavación llega hasta el suelo de fundación. Muy pocas veces, se realiza hasta por debajo de éste, salvo en ocasiones en que por sus características geotécnicas tenga que reemplazarse. En otros casos, solo se perfila dependiendo esto de las características topográficos del terreno en donde se ejecutará la pavimentación.



Figura 16 Corte y acarreo de material con fines de pavimentación

Fuente: MGN Movimiento de Suelo SA

- Relleno y acarreo de material de préstamo

Una vez logrado los niveles topográficos, se procede, según sea el caso a rellenar con material granular de acuerdo a las especificaciones del proyecto. Este material puede ser propio, es decir producto de la actividad predecesora o en su defecto de préstamo, es decir extraído de alguna cantera apropiada.

En esta actividad también se contempla el tratamiento de las bases granulares conformadas con algún producto químico o material geosintético (geomalla) para mejorar su capacidad portante, asimismo de acuerdo a lo establecido en el Expediente Técnico, se debe tener en cuenta las consideraciones de drenaje.



Figura 17 Conformación de base granular con motoniveladora

Fuente: Renthal Services

- Compactación

Esta actividad resulta ser una de la más importantes y para llevarlo a cabo se necesita de acuerdo a la envergadura del proyecto, equipos adecuados. Esto es, por ejemplo, si se trata de una pavimentación de área considerable, se recomienda usar rodillos compactadores lisos, en cambio si el área a intervenir es pequeña se pueden utilizar vibro apisonadores manuales.

- Control Topográfico

A medida que se va conformando las distintas bases, se debe ir verificando con equipos topográficos calibrados los espesores de las mismas (niveles). El personal encargado debe estar capacitado para realizar esta labor, la misma que en sí inicia desde la recepción del terreno.

Es necesario antes de iniciar los trabajos, realizar un replanteo general para establecer las condiciones de las actividades siguientes. Esta labor es permanente y debe vigilar que lo establecido en los planos topográficos se respeten en el campo.



Figura 18 Control topográfico en conformación de bases granulares

Fuente: Geogenia

- Control Geotécnico

Todo proyecto de pavimentación, al margen de que sea con material rígido (concreto hidráulico) o flexible (mezcla asfáltica), debe cuidar que la base de fundación cumpla con las exigencias geotécnicas que amerita. Esta actividad se verifica en cada capa conformada (sub base, base) desde el suelo de fundación hasta la subrasante. Un indicador bastante común es el de la densidad máxima que se obtiene mediante el ensayo de Proctor Modificado para pavimentos de

tránsito pesado y Proctor Estándar para pavimentos con tránsito ligero y liviano, asimismo los indicadores de densidad de campo y contenido de humedad. Existen parámetros permisibles de acuerdo al tipo de suelo que deben respetarse para todos los ensayos que la normativa geotécnica nacional vigente exige. Una vez terminado este proceso, se debe cuidar que por causas como una mala gestión del tráfico en obra puedan alterarse los niveles y/o espesores generados.

En la sección IV de esta investigación, se hace mención de estos valores, los mismos que han de ser cumplidos en cada proyecto a fin de alcanzar el estándar de calidad que se propone para cada una de las obras de pavimentación con concreto hidráulico, motivo de esta tesis.

Cuadro 4 Recursos para la etapa PRE

Actividad	Equipo y Herramientas	Personal
Corte y acarreo de material excedente	<ul style="list-style-type: none"> - Excavadora - Cargador Frontal - Retroexcavadora - Camión volquetes 	<ul style="list-style-type: none"> - Operadores de maquinaria pesada - Conductores de camión volquete - Vigías
Relleno y acarreo de material de préstamo		
Control topográfico	<ul style="list-style-type: none"> - Estación Total - Nivel Topográfico - Mira Topográfica - Jalones - Estacas 	<ul style="list-style-type: none"> - Topógrafo principal - Asistente de topógrafo - Ayudantes
Control Geotécnico	<ul style="list-style-type: none"> - Moldes y martillos Proctor - Cono para prueba de densidad de arena 	<ul style="list-style-type: none"> - Técnico geotécnico - Asistente geotécnico - Ayudante

Fuente: Elaboración propia

- Etapa DURANTE

Esta fase tiene únicamente que ver con la construcción de la losa de concreto en sí y se realiza una vez establecida la plataforma en donde descansará el pavimento, para lo cual se dispondrá de los materiales, herramientas, equipos y personal necesarios para llevar a cabo tal propósito.

- Preparación del concreto

Rivva (p.9) define al concreto como un “material heterogéneo compuesto principalmente de la combinación de cemento, agua y agregado fino y grueso”, que tiene en algunas casos también, aditivos para alterar su comportamiento, como por ejemplo para acelerar o retardar el fraguado y el endurecimiento inicial, mejorar la trabajabilidad, reducir la cantidad de agua de mezcla, incrementar la resistencia o modificar otras propiedades y que obedece a un diseño o procedimiento numérico que busca encontrar la proporcionalidad ideal de estos materiales que asegure el cumplimiento de los requisitos físicos y químicos pre establecidos considerando también aspectos económicos, los mismos que se comprueban mediante la elaboración de tandas de prueba que son sometidas a los ensayos correspondientes.

El cemento, es un material pulverizado formado a partir de caliza y arcilla calcinada que al contacto con el agua forma una pasta que tiende a endurecerse. Existen diferentes tipos de cemento en el mercado nacional y de distintas marcas, siendo el de uso más común el de tipo I, para condiciones ambientales normales y el de tipo V para ambientes expuestos al ataque de sulfatos.

Los agregados son materiales granulados que han sido formados por la erosión natural de las rocas o a través de un proceso mecánico (trituración). El agregado fino, también llamado arena por definición es aquel que pasa la malla estándar N.º 4 (4.75 mm) y el grueso o piedra es el retenido en este tamiz.

La clasificación por tamaño de estos materiales da lugar a una condición muy importante dentro del diseño del concreto: la granulometría. Existen normativas en el país basadas en investigaciones propias y de terceros que supeditan el uso de éstos, habiéndose establecido tablas que sirven como guía para determinar su aceptación o no.

El agua que se debe utilizar en la elaboración del concreto debe ser potabilizada y de no ser así, de todas maneras, deberá cumplir con lo descrito en la NTP 339.088: Requisitos de calidad del agua para el concreto. Este elemento que reacciona químicamente con el cemento es quién garantiza, que el concreto adquiera las propiedades, tanto en estado fresco como endurecido, esperadas. La cantidad a utilizar está regulada por el diseño de mezcla.

Los aditivos, como se mencionó anteriormente también pueden considerarse en la mezcla para elaborar concreto y esto dependerá de la exigencia del proyecto. Su uso obedece a criterios técnicos y requerimientos propios del pavimento a construir.

Es necesario resaltar que la dosificación establecida debe cumplirse y es responsabilidad de los encargados de obra (constructores y supervisores) de velar por este aspecto a fin de lograr los parámetros de trabajabilidad, resistencia y durabilidad proyectados.

La trabajabilidad se entiende como la propiedad del concreto fresco que permite su transporte y colocación sin generar mayores esfuerzos y permite a la vez, evitar segregación en el mismo.

La resistencia a la compresión es otra característica muy importante inherente al concreto endurecido y es un indicador de cuanta presión por unidad de área puede resistir sin romperse. Es muy conocido el ensayo de rotura de probetas para saber lo anterior.

La durabilidad es la capacidad que tiene el concreto endurecido de no alterar sus propiedades en el tiempo como consecuencia del intemperismo, ataque químico o abrasión. Su deterioro es medido a través de ensayos normalizados que verifican y/o corroboran su grado de desgaste estructural.

En consecuencia, de acuerdo a lo descrito anteriormente, la elaboración del concreto es una actividad que engloba a otras que gracias a la disposición de los recursos adecuados puede o no llevarse con éxito. Su preparación a pie de obra denota una gran responsabilidad, no obstante, de darse el caso de utilizar concreto pre mezclado, éste deberá haber sido elaborado bajo estándares que garanticen su calidad, respetando el diseño y especificados dadas.

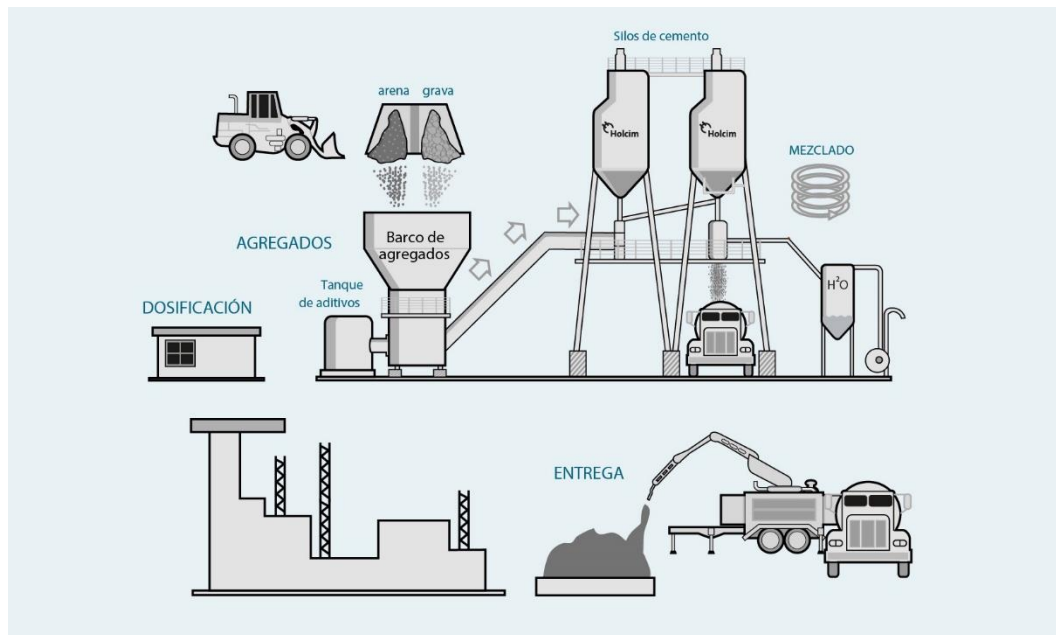


Figura 19 Proceso de elaboración de concreto pre mezclado

Fuente: Holcim – México

- Encofrado

Los encofrados son estructuras temporales que permiten modelar in situ al concreto. Para pavimentaciones, se dispone de tipo fijo, que a su vez pueden ser de madera o metal y de tipo deslizante que implica una tecnología más desarrollada. En este medio, dependiendo también de la magnitud del proyecto se opta por usar uno u otro, determinando así el tipo de pavimentación, manual o mecanizada.

Los encofrados fijos son los de mayor uso en el país para vías de mediano y bajo tránsito. Tienen por lo general una longitud no menor de 3 m y su altura es igual al espesor de la losa a conformar. No deben presentar fisuras y antes del vertido del concreto, se verifica su aseguramiento, nivelación y rigidez. Su disposición en obra es formando rectángulos que faciliten la trabajabilidad de los operarios al momento de la colocación, consolidación y acabado del concreto. Estos paños, se recomienda deben tener 3 m de largo por 2.5m de ancho. De utilizarse *dowels*, se requiere entonces agujerear el encofrado a la mitad de su altura en intervalos según el proyecto para anclar en éstos las varillas lisas de diámetro establecido. Es responsabilidad de los supervisores, verificar en todo momento que este proceso se lleve a cabo de forma segura.

Por su parte los encofrados deslizantes son un componente de todo un sistema más complejo y automatizado de pavimentación. Es en sí, el componente principal de las famosas pavimentadoras de concreto muy utilizadas para obras de gran magnitud. Se caracteriza porque además de asegurar la calidad en terminaciones y bordes, asegura un rendimiento alto de producción. Cabe señalar también que, con este tipo de pavimentación, la mano de obra destinada para acabados y/o terminaciones, se obvia. Sin embargo, el concreto que debe utilizarse debe ser de bajo asentamiento, lo que supone un mayor consumo del mismo. Estos encofrados se ajustan a las especificaciones del proyecto, en cuanto a ancho de vía, espesor de losa, uso de *dowels* y tipo de acabado

Una experiencia exitosa con este tipo de encofrados es el que se tuvo durante la construcción de la vía del Sistema Integrado de Transporte Metropolitano en la ciudad de Lima, para lo cual, se dispuso de una pavimentadora con encofrado deslizante marca Wirtgen modelo SP50 de última generación, la misma que se utilizó en la pavimentación de 40 mil metros cuadrados en el distrito de Villa El Salvador en el año 2017.



Figura 20 Pavimentación con encofrados deslizantes

Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima

- Vaciado de concreto

Antes de proceder al vertido de concreto en los paños correspondientes, se humedece la subrasante para mantener los niveles de agua que podría perderse durante la colocación del mismo. En caso la pavimentación sea mecánica (con encofrados deslizantes) no hay mayor cuidado puesto que es la misma máquina la que se encarga de colocar, vibrar y dar el acabado final. De ser manual, los operarios encargados de tal actividad deben procurar que el vaciado sea rápido y continuo y el esparcimiento debe ser uniforme, para lo cual, se debe disponer de las herramientas adecuadas, tales como canaletas o chutes, *buggies*, rastrillos o en todo caso reglas vibratorias capaces de extender y nivelar el material. El vibrado debe ser parejo, cuidando de no generar mucha fluidez, ya que esto podría hacer que los agregados queden en la superficie y por ende no se pueda alcanzar la resistencia a la compresión esperada. Los niveles de la subrasante conformada no deben alterarse y en todo momento el equipo de topografía verificará la altimetría. Asimismo, la colocación de las varillas lisas, pasadores o *dowels*, deben realizarse durante este periodo.



Figura 21 Extendido y nivelación de concreto con regla vibratoria

Fuente: Material fotográfico propio

Cuadro 5 Resumen de actividades Etapa DURANTE

<p>Elaboración de concreto</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manual Mezcladora tipo Trompo o Tolva ▪ Industrial Planta concretera
<p>Encofrado</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fijo Madera o metal Listones ▪ Deslizante Pavimentadora de concreto
<p>Vaciado de concreto</p>	<p>Rastrillos, vibradora Regla vibratoria Pavimentadora de concreto</p>

Fuente: Elaboración propia

- Etapa POST

Una vez realizada la pavimentación propiamente dicha, esto es conformación de la losa de concreto, se procede a realizar los trabajos de acabado. Al igual que en las actividades anteriormente descritas, esta labor puede realizarse de forma manual o mecánica según las características del proyecto y de los medios que se disponga. La pavimentación concluye una vez verificada in situ que todo el proceso se haya llevado a cabo de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas, evidenciando esto último a través de ensayos o pruebas y protocolos adjuntados todos en el dossier de calidad que la empresa ejecutante debe entregar al término de obra.

- Acabado

Es la apariencia final del pavimento que asegurará su durabilidad en el tiempo y garantizará la seguridad operacional del tránsito y se realiza una vez que vaya “armando” o endureciendo el concreto. En principio, se corrigen las imperfecciones o irregularidades existentes utilizando herramientas manuales (frotachos de aluminio o magnesio) antes que el agua de sangrado se acumule sobre la superficie, teniendo cuidado también que ésta no se trabaje en exceso. Dependiendo del proyecto, posteriormente se procede al alisado o texturizado, que podría llevarse a cabo de forma manual o mecánica, empleando mano de obra calificada.

En el caso del texturizado, éste puede ser micro y macro. El primero se logra aplicando una llana húmeda (yute) sobre la superficie del pavimento y el segundo mediante herramientas como peines con cerdas metálicas o aparatos mas sofisticados incorporados en el tren de pavimentación.



Figura 22 Acabado con alisadora mecánica simple

Fuente: Material fotográfico propio

- Desencofrado

Un día después del vaciado del concreto, se procede a desencofrar los “paños” en caso la pavimentación haya sido manual. Con el cuidado necesario, se quitan los moldes de madera o metal.

- Curado

Es un procedimiento que busca mantener en el concreto la cantidad de agua necesaria y la temperatura adecuada para lograr las propiedades deseadas mediante la aplicación de un elemento químico ad hoc o en su defecto agua, a las 24 horas después del vaciado. Con este oportuno proceso de curado se llega a aumentar la resistencia a la abrasión y se reduce la posibilidad de que se agriete la superficie por contracción plástica.

En caso se utilice agua para el curado, éste debe ser potable y debe cumplir con la misma normativa del agua utilizada para la elaboración de concreto. Normalmente, en obra se generan las famosas “arroceras” con arena para retener el agua de curado. Se recomienda que esté a 11°C menos que la temperatura del concreto. Si en cambio, se aplica un compuesto químico, éste generalmente se hace mediante aspersión en forma uniforme en toda la superficie. Aunque en otros países, se utilizan otros medios para curar como tejidos o papel alquitranado, en éste no está del todo difundidas estas prácticas.

Para concretos de 210 hasta 280 kg/cm² de resistencia a la compresión, se recomienda curar 7 día continuos o hasta alcanzar el 70% de esta resistencia. Durante este periodo de tiempo, el pavimento aún no está listo para su operación, por lo que se prohíbe todo tipo de tránsito.

- Corte y Sellado de juntas

Las juntas especificadas en el diseño del pavimento (profundidad y espaciamiento) se cortan una vez fraguado el concreto, de tal manera que pueda resistir el tránsito de los equipos de corte. Para ello se utilizan en su mayoría discos adiamantados que suelen humedecerse permanentemente para un buen desempeño o también discos abrasivos que resultan mas económicos pero su uso se limita a pavimentos con agregados blandos. Esta actividad es realizada por un operario calificado.

El sellado de las juntas generadas en el paso anterior, se realiza con un aplicativo impermeable que busca reducir la infiltración de agua superficial que podría ablandar la base y hacer que los finos emerjan a la superficie a través de la junta ocasionando una posible rotura, asimismo evitar que puedan introducirse materiales duros que obstaculicen una normal dilatación y también prevenir la corrosión de los pasadores debido a la entrada de humedad. Para llevar a cabo este proceso, en principio se hace una limpieza de la junta, eliminando el polvo residual producto del corte u otras partículas. En algunos casos se utiliza imprimante en las paredes de las juntas para garantizar una mejor adherencia del material sellante. Posteriormente y de acuerdo a lo especificado en el proyecto, se aplica el sello debido. Se recomienda no utilizar materiales asfálticos para esta actividad ya que se ha comprobado que su vida útil es no supera los dos años.

Cuadro 6 Secuencia de actividades en etapa POST

Etapa POST			
1. Acabado	2. Desencofrado	3. Curado	4. Corte y Sellado de Juntas

Fuente: Elaboración propia

El proceso constructivo descrito anteriormente obedece a una secuencia básica de actividades aplicada a una pavimentación urbana. Dependiendo de las características del proyecto se consideran otras. Mucho tiene que ver también la tecnología y capacidad instalada con la que cuenta la empresa constructora. También influye el lugar donde se desarrolla el proyecto.

En suma, conocer los procesos que intervienen durante la construcción de un pavimento de concreto, ayuda a planificar la provisión de los recursos necesarios para su ejecución, da una visión global del recurso humano, equipos, herramientas, materiales o insumos que se necesitaran y con ello se asegura un flujo de actividades constante. Es necesario sí, que la empresa ejecutora controle cada parte del proceso alineado a los objetivos que se desean alcanzar.

2.2 GESTIÓN DE LA CALIDAD

2.2.1 La calidad

Existen diversas definiciones sobre este término muy de moda desde hace algunas décadas sobre todo en el ámbito organizacional de las empresas. Como tema de estudio ha sido muy recurrente en salones académicos y centros de trabajo, llegando a establecerse que la calidad, en su concepto más general, es un conjunto de propiedades que se logran a partir de una o más necesidades con el ánimo de satisfacer los requerimientos de ciertos solicitantes. Sin embargo, Reeves y Bednar (419), concluyen que “una definición comúnmente aceptada que fuese válida para todas las empresas e industrias no es posible” y esto es entendible ya que existen un sin número de variables en cada actividad o proceso, generando así un espectro amplio de definiciones multidimensionales que dan lugar a diversas interpretaciones.

Edwards Deming, considerado un académico promotor de la calidad en la era moderna define a la misma como el proceso de interpretar y entender las necesidades futuras de los usuarios en características medibles para que a partir de esto, se puedan diseñar y fabricar productos (bienes y servicios) que satisfagan a éstos y a los intereses internos empresariales.

Este connotado estudioso empezó a impartir, sin mayor éxito, su filosofía en su país natal Estados Unidos de Norteamérica entre los años 1920 y 1930, siendo a partir de la siguiente década y después de una interesante experiencia laboral en Japón en que empieza su popularidad en los círculos industriales de ese país, tanto así que en 1951, en mérito al aporte realizado, la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses institucionaliza el premio Deming Application Prize para reconocer a las empresas que demostraran el nivel de arraigo que tiene la calidad en sus organizaciones.

Deming entendió que, para llevar a cabo procesos exitosos, más allá de un control estadístico de las actividades se necesitaba un compromiso, de los altos directivos para realizar los cambios que sean necesarios, de los proveedores, del personal de planta y sobre todo del consumidor o cliente final, para garantizar la continuidad del trabajo en beneficio de todos.

En esa línea, Deming determinó que la VARIACIÓN es la responsable de la calidad deficiente en la producción y para evitar ello, propuso un ciclo continuo que contemplaba lo siguiente: diseño del producto o servicio, manufactura o prestación del servicio, pruebas y ventas, estudios de mercado y finalmente rediseño y mejora.

En la actualidad, manteniendo los mismos principios, este ciclo se ha rediseñado logrando a través de su aplicación, mejorar continuamente, identificando y resolviendo de forma sistemática los problemas que puedan presentarse durante el proceso y está constituido por cuatro actividades: Plan, Do, Check, Act muy importantes de entender, puesto que es una de las bases para concretar los objetivos de la presente tesis.

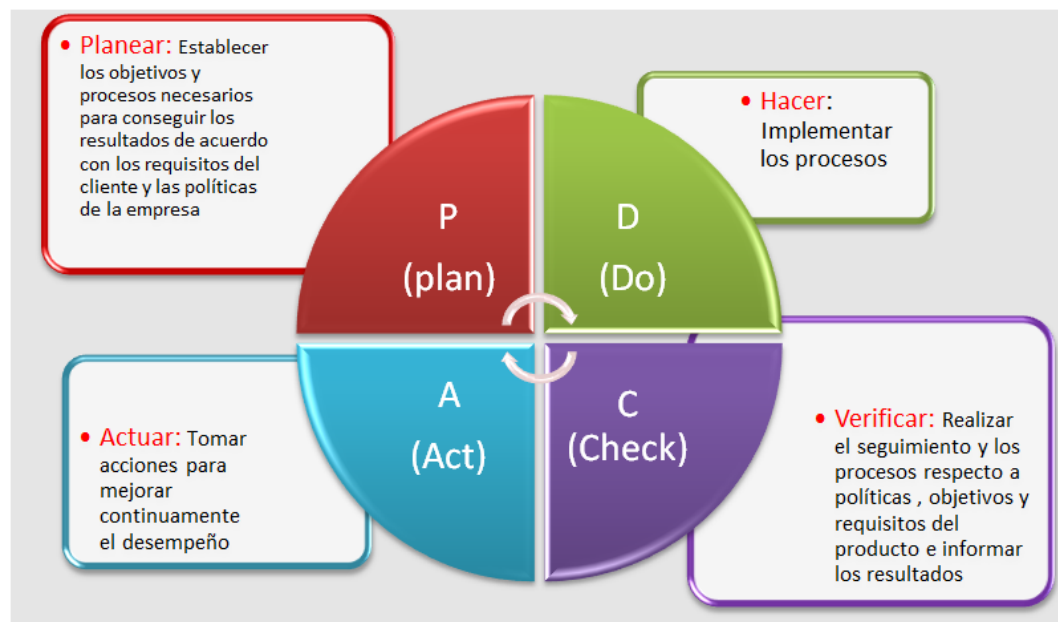


Figura 23 Ciclo de Deming o Ciclo PDCA

Fuente: Instituto Navarro de Administración Pública

Además de lo anterior propone también 14 principios ampliamente conocidos por quienes impulsan esta filosofía de trabajo, la misma que no tendría razón de ser si es que no se tiene un compromiso real de la alta dirección para implementarla y practicarla en todos los niveles organizacionales. Son estos principios los que deben servir de base para formular una proyección positiva del negocio.

Cuadro 7 Principios de Deming

Principios de Deming	
1	Concientizar a los todos los involucrados en la mejora continua,
2	Adoptar en todos los niveles de la empresa la filosofía.
3	No depender de las inspecciones.
4	Establecer alianzas comerciales sostenibles y leales con proveedores.
5	Poner atención en el proceso productivo y hacerlo cada vez más eficiente.
6	Actualizar al personal correspondiente con capacitaciones permanentes.
7	Establecer liderazgo en cada uno de los niveles.
8	Generar confianza en el personal de manera que se pierdan los temores.
9	Evitar aislamientos entre una y otra área y generar la integración.
10	Eliminar los eslogans y las metas numéricas para la fuerza laboral.
11	Eliminar los objetivos numéricos.
12	Derribar las barreras que impiden el orgullo de hacer bien un trabajo.
13	Instituir un programa vigoroso de educación y reentrenamiento
14	Lograr que todos apliquen los anteriores principios en una misma dirección.

Fuente: Gustavo Villaverde Martínez – Elaboración propia

Existen otros reconocidos personajes no menos importantes que han aportado al conocimiento relacionado a la calidad que a continuación de manera sucinta se describirán:

Joseph M. Juran, rumano nacionalizado estadounidense, quien establece la también conocida Trilogía de Juran, en donde describe los tres procesos claves para administrar la calidad:

- Planificación de la calidad
- Control de calidad
- Mejora de la calidad

Kauro Ishikawa, japonés creador del famoso Diagrama de Ichikawa que sirve para realizar análisis de causalidad, además de su filosofía resumida en cinco principios, este ingeniero propuso las siete herramientas estadísticas de la administración para el análisis de los problemas, de suma importancia en el registro y control técnico de las operaciones:

- Cuadro de Pareto.
- Diagrama de causa y efecto.
- Estratificación.
- Hoja de verificación.
- Histogramas.
- Diagramas de dispersión.
- Gráficas y cuadros de control.

Philip B. Crosby, nacido en Estados Unidos de Norteamérica, este reconocido consultor en temas de control de la calidad, sostuvo que la mayoría de los problemas que se generan en las empresas, son producto de una deficiente dirección mas no del accionar de los trabajadores. Resumió su pensamiento en cuatro puntos o principios, que consideró fundamentales para mejorar el desempeño integral de la organización:

- Calidad se define como cumplir con los requisitos.
- El sistema de calidad es la prevención.
- El estándar de realización es cero defectos.
- La medida de la calidad es el precio del cumplimiento.

Lo anteriormente descrito forma parte del conocimiento que ha ido evolucionando acerca de la calidad que en muchos sectores productivos se aplica hoy en día. Por ejemplo, en el rubro constructivo en el país, este concepto ha tomado protagonismo debido a las exigencias competitivas del mismo mercado en beneficio del cliente o usuario final, sin embargo, existe aún desidia por parte de los involucrados el implementar estas prácticas en procesos específicos. Si bien se conoce y se tiene a la mano extensa literatura, no se lleva ésta del todo al campo, debido a que muchas empresas no han madurado y siguen escatimando recursos en desmedro de ellos mismos. El estado en este punto, también juega un rol importante y es que a pesar que existe normativas, su cumplimiento esta exento de verificación y/o supervisión.

Por otro lado, y de acuerdo a lo publicado por el ingeniero Rubén Gómez Sánchez en su artículo “La Avances en la Calidad en la Construcción en el Perú y su Proyección Internacional”, se sabe que NO enmarcar los procesos constructivos en una cultura de calidad, genera sobrecostos que hacen menos rentables los contratos, pues se corre el riesgo por ejemplo, de rehacer trabajos, rechazar materiales en obra por falta de cumplimiento de requisitos técnicos mínimos o completar partidas en tiempos inoportunos, todo esto debido a que no se cuenta con un procedimiento estandarizado para llevar a cabo tal o cual actividad.

En ese sentido y de acuerdo con todo lo descrito líneas arriba resulta relevante entender el propósito de implementar una filosofía de calidad en las organizaciones a manera de generar valor en las mismas, sobre todo en las dedicadas al rubro de la construcción, para que se obtenga mejores beneficios cuantificables y poder reducir costos debido a la disminución de reprocesos, errores y demoras, así emplea mejor el tiempo y los materiales, es decir se optimiza la productividad y consecuentemente el negocio se hace más rentable y sostenible, con la opción de seguir generando puestos de trabajo.

2.2.2 Sistemas de gestión de la calidad (SGC)

Dado que la calidad es un componente de mucha importancia para que las organizaciones alcancen sus objetivos, ésta no puede ser manejada o gestionada al azar. Es por ello, que muchas empresas en la actualidad partiendo de una base académica o experimental han elaborado sus propios sistemas para gestionar la

calidad en cada una de sus actividades a fin de lograr mejores productos (bienes y servicios) y tener a sus clientes, consumidores o usuarios finales satisfechos.

La Real Academia de la Lengua Española (2001), define a un SISTEMA como el “conjunto de elementos que relacionados entre sí ordenadamente contribuyen a determinados objetos” y a GESTIÓN como “la acción o efecto de hacer actividades para el logro de un negocio o un deseo cualquiera”. Entonces de lo anterior, se desprende que SISTEMA DE GESTIÓN es una serie de actividades coordinadas en pro de alcanzar una meta.

Llevado esto al plano de la calidad, un sistema de gestión de la calidad sería aquel que permita documentar de forma clara y ordenada los distintos procesos, procedimientos y políticas que han de cumplirse durante el desarrollo de una o varias actividades en el marco de la realización de un proyecto o emprendimiento. Es una manera de generar evidencias tangibles de todo lo llevado a cabo según un patrón estandarizado que ayuda en el término a identificar posibles errores y formular sus inmediatas correcciones, es sí una forma de administrar no la calidad, sino la empresa con calidad. Es evitar en otras palabras, la cultura de la improvisación y optar por un manejo metódico de la organización.

Como manifiesta Ramírez (p. 2) un “sistema de calidad sólido, con un buen funcionamiento, constituye un factor esencial para el desempeño económico, tecnológico y productivo de una organización, lográndose impactos de aporte económico, científico y social”, asimismo González (p. 1) complementa que “el éxito de una organización debería ser el resultado de implantar y mantener un sistema de gestión orientado al cliente, a partir de la definición de sistemas y procesos que resulten claramente comprensibles, gestionables y, mejorables con la finalidad de asegurar la eficaz y eficiente operación y control de los procesos”.

En la industria de la construcción ha resultado ser una necesidad asegurar la calidad del servicio a través de la implementación de un sistema de gestión que esté alineado al mismo tiempo a la visión de la empresa debido a las exigencias de hoy en día por parte de los contratantes, pero sobre todo debido a los costos generados por un escaso o deficiente control de la calidad durante la ejecución de las obras. Así, por ejemplo, se han visto casos en que, por no tener un plan de aseguramiento de la calidad durante el desarrollo del proyecto, se tengan al final edificaciones con errores algunos subsanables y otros no, generando de esta manera un sobre costo o un llamado también costo de la no calidad.

De acuerdo a lo anterior, en la presente tesis se pretende dar a conocer a los interesados, los principios básicos para desarrollar e implementar un sistema de gestión de la calidad específicamente en el proceso constructivo de pavimentos de concreto que fácilmente puede extenderse a otras especialidades. En adelante se describirán los diversos métodos existentes propuestos por las principales organizaciones dedicadas a este quehacer en el mundo. Mención aparte merece el desarrollado por la International Organization for Standardization (ISO) que se describirá más detalladamente en el sub capítulo siguiente, por ser la guía base para concretar los objetivos planteados en la investigación.

- Modelo Iberoamericano de Excelencia en la Gestión

Es un modelo propuesto por la Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad a partir de 1999 y es aplicable a cualquier organización, no importando el tamaño, ya sea en el ámbito público o privado. Tiene mayor difusión en los países ibéricos y base su estructura en los siguientes conceptos aplicables a todos los niveles en la empresa:

- Lograr Resultados Equilibrados
- Añadir valor a los clientes
- Liderar con visión, inspiración e integridad
- Gestionar por procesos
- Alcanzar el éxito mediante las personas
- Favorecer la creatividad y la innovación
- Desarrollar Alianzas
- Asumir la responsabilidad de un futuro sostenible

Identifica, asimismo, cinco procesos facilitadores:

1.- Liderazgo y Estilo de Gestión, referido a la cultura de mejora impartida desde la alta dirección. Compromete a todos en el desarrollo de las políticas de la empresa en beneficio del negocio mismo y de los clientes.

2.- Estrategia, es manifestada en la Misión y Visión de la empresa. En esa dirección, todo lo que se planifique y realice debe estar alineado con estos dos conceptos.

3.- Desarrollo de personas, que promueve la realización personal o en equipo de los colaboradores, reconociendo en ellos su eficaz y eficiente desempeño.

4.- Recursos, proveedores y alianzas. Propone que las organizaciones que apuntan a la excelencia deben administrar óptimamente sus recursos internos y cuidar las relaciones con sus socios estratégicos. Asimismo, hace hincapié en el respeto por el medio ambiente y comunidad.

5.- Procesos y Clientes. Se entiende cómo es qué desde un inicio deben identificarse claramente los procesos y procedimientos que concretan el bien o servicio, teniendo siempre en cuenta que el fin buscado es la satisfacción plena del cliente.

Complementa lo anterior, con cuatro criterios de resultados a considerar:

6.- Resultados de Clientes. Define los indicadores que sean necesarios para medir el nivel de cumplimiento de los requisitos exigidos por el cliente (externo) y a partir de esto corregir en caso no se haya alcanzado las expectativas planteadas o bien superarlas.

7.- Resultados de personas. Permite conocer si la organización en principio está alineada con las necesidades y expectativas de las personas y si se está logrando el desempeño esperado de cada quien.

8.- Resultados de Sociedad. Es relevante para quienes apuntan a la calidad total, saber cómo es que la sociedad en su conjunto los ve. Para ello se establecen métricas o indicadores de desempeño social.

9.- Resultados Globales. Conocer y analizar si los objetivos establecidos se están cumpliendo, además medir el desempeño respecto de otras organizaciones similares y hacer que los resultados positivos sean sostenibles.

- Modelo EFQM

Fue desarrollado y propuesto por la Fundación Europea para Gestión de la Calidad y sirve para evaluar el grado de excelencia alcanzado por una organización en una o varias actividades. A diferencia de otros modelos, no es certificable. En principio, establece CRITERIOS a evaluar en la organización y los compara con una situación TEÓRICA ÓPTIMA. De esto se desprenden PUNTOS FUERTES, que son aquellos con los que se llegaría al nivel ideal y se identifican las ÁREAS DE MEJORA. De todo esto, se tienen los Planes de Mejora que deben realizarse de manera periódica. Es un modelo bastante práctico aplicable a cualquier organización, aunque muy poco difundida en Perú.

Este modelo se basa en la premisa: “Los resultados excelentes en el rendimiento general de una organización, en sus Clientes, Personas y en la Sociedad en la que actúa, se logran mediante un Liderazgo que dirija e impulse la Política y Estrategia, que se hará realidad a través de las Personas de la organización, las Alianzas y Recursos y los Procesos”.

Estos criterios a su vez se dividen en sub criterios. Los pertenecientes al campo Agentes, tienen 5 subcriterios cada uno, excepto el 2 que tiene 4. En el campo Resultados, cada criterio está subdividido en 2. Estos 32 puntos que forman la estructura del modelo, hacen referencia a medidas de percepción y rendimiento y para cada uno se establecen los “atributos de excelencia”, expresado a través de una puntuación que debe sumar 1000 para “organizaciones excelentes”, considerando los pesos preestablecidos para cada subcriterio.

Cuadro 8 Criterios en el modelo EFQM

<p>Criterios AGENTE ¿qué y cómo lo hacemos? 50% - 500 puntos</p>	<p>Criterios RESULTADOS ¿qué conseguimos? 50% - 500 puntos</p>
<p>1.- Liderazgo 10% 2.- Política 9% 3.-Personas 8% 4.- Alianzas y Recursos 9% 5.- Procesos 14%</p>	<p>6.- Resultados en los Clientes 9% 7.- Resultados en la Personas 20% 8.- Resultados en la Sociedad 6% 9.- Resultados Clava 15%</p>

Fuente: Elaboración propia

Con la data generada se da inicio al ciclo REDER, similar al propuesto por Deming (PDCA) y se elabora el Plan de Acción habiendo detectado ya los Puntos Fuertes e identificado las Áreas de Mejora.

R E D E R
 Resultados Enfoque Despliegue Evaluación Revisión

Estas evaluaciones pueden ser internas o externas, realizadas estas últimas por entes autorizados por la EFQM. La implementación y desarrollo del modelo depende de la madurez de la organización.

- **Modelo Baldrige**

Es bastante difundido y aplicado en los Estados Unidos de Norteamérica planteado por la Malcolm Baldrige National Quality Award (MBNQA). Al igual que los modelos antes descritos, éste pretende que las organizaciones alcancen la calidad total en sus operaciones, a través del involucramiento total en el logro de los lineamientos estratégicos y la satisfacción del cliente. Propone evaluar y establecer programas de mejora teniendo como guía metodológica a los siete Malcolm Baldrige Criteria for Performance Excellence.

1.- Liderazgo. Examina como los directivos de alto rango encaminan la organización. Establece así mismo que es necesario para el desarrollo y sostenibilidad de la misma se tengan en cuenta principios éticos, sociales y legales.

2.- Planificación estratégica. Ve el nivel de alineamiento del desarrollo de las operaciones con los planes estratégicos, anticipando posibles errores y estableciendo programas de mejora.

3.- Enfoque en el cliente y el mercado. Evalúa la manera de cómo la organización establece la fidelización de los clientes y el mercado a través del cumplimiento de las exigencias o requisitos de los mismos.

4.- Gestión del conocimiento. Analiza la forma cómo se administra los datos e información y mide el desempeño de la organización en este campo. Asimismo, observa cómo es que se recoge y procesa este activo.

5.- Enfoque en los recursos humanos. Evalúa el clima laboral en que se desarrollan las operaciones y la performance de los empleados, que debe estar en su completo potencial en pro de alcanzar los objetivos generales de la organización.

6.- Gestión por procesos. Examina los procesos clave en cada una de las actividades o unidades de trabajo, considerando la influencia que tienen éstos en la generación de valor.

7.- Resultados. Mide el desempeño global de la organización y en puntos clave: resultados del producto y servicio, satisfacción de los clientes, resultados financieros y de mercado, resultados de los recursos humanos, resultados operativos, y liderazgo y responsabilidad social.

Luego de la implementación del modelo de acuerdo a los criterios antes señalados, se evalúa el desempeño para potencializar fortalezas y/o establecer sistemas de mejora. Esta evaluación deberá ser realizada periódicamente y en caso la organización desee ser reconocida por la MBNQA, tendrá que hacerla un experto independiente durante 300 o 1000 horas. Sin embargo, al margen de cualquier premio, la ASQ recomienda tener en cuenta esta guía para potencializar las capacidades humanas, optimizar la producción, satisfacer a los clientes y captar nuevos mercados y aumentar la rentabilidad del negocio.

Dado que en el siguiente sub capítulo, se desarrolla de manera extensa lo concerniente al modelo propuesto por la International Organization for Standardization, para finalizar éste se hace solo un comparativo entre los modelos descritos y éste.

Cuadro 9 Modelos para gestión de la calidad

	Iberoamericano	EFQM	Baldrige	ISO 9001
Ámbito Geográfico de Aplicación	Iberoamérica	Europa	EEUU	Alcance mundial
Costo	Medio – alto	Medio – alto	Medio – alto	Bajo - medio

Fuente: Elaboración propia

2.2.3 La norma ISO 9001:2015

En el presente acápite, se describe uno a uno los requisitos formulados por la ISO a través de la norma ISO 9001:2015 para la elaboración del Sistema de Gestión de la Calidad Propuesto. Los conceptos abordados conformarán la base teórica que será aplicada directamente en el capítulo IV.

La norma internacional ISO 9001:2015 es aquella que está enfocada en el logro de la calidad en las organizaciones por intermedio de la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad. Es de amplia divulgación y aceptación en el mundo y está orientada principalmente a que las empresas demuestren su capacidad para satisfacer los requisitos del cliente. Lo que establece esta norma es aplicable a cualquier organización, sin considerar el rubro al que se dedica o tamaño que tenga.

Dado que esta norma es certificable, se requiere que las empresas antes de pasar por un proceso de auditoría, revisen y evalúen su forma operacional y la contrasten con lo exigido por este estándar. De acuerdo a esto se plantean mejoras que suponen en algunos casos un costo no identificado que a la larga será compensado con los buenos resultados organizacionales que se obtienen después de este proceso de implementación. Consecuentemente y de forma periódica se debe mantener el sistema a través de revisiones y/o actualizaciones.

Sin duda y a decir de los expertos, el tener como guía este modelo, significa aventajar a la competencia en el mercado. Es una forma de diferenciación que ayuda a las empresas a ser más eficientes, mejorar significativamente la satisfacción de los clientes, desarrollar las capacidades humanas y asegurar la sostenibilidad del negocio.

- Historia y evolución de la Norma ISO 9001

La norma ISO 9001:2015 es un documento emitido por la ISO perteneciente a la familia de normas ISO 9000, las mismas que están orientadas al aseguramiento de la calidad en las organizaciones.

- 1.- ISO 9000, Sistemas de Gestión de la Calidad. Definiciones y Fundamentos
- 2.- ISO 9001, Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos
- 3.- ISO 9004, Sistemas de Gestión de la Calidad. Directrices para la mejora del desempeño
- 4.- ISO 19011:2002, Directrices para la auditoría ambiental y de la calidad

Desde su primera edición, en el año 1987, ha sufrido una serie de modificaciones producto de la constante investigación y adecuación a los cambios que iban presentándose en el mundo. Así en el año 1994 se realizó la primera revisión con alteraciones no muy significativas. La segunda revisión se dio en el año 2000 y trajo consigo aportes para hacer más efectivos los sistemas de gestión de la calidad en las organizaciones. En el 2008 se hizo una actualización tratando de simplificarla, de tal manera que su implementación resulte sencilla, asimismo hacía hincapié en algunos requisitos de la versión anterior. Ya en el año 2015, se realiza una modificatoria sustantiva, la cual pretendía en principio alinear esta norma con las demás propuestas por la ISO y es de la que se ocupará esta investigación para la obtención de los objetivos propuestos.

❖ Principios de Gestión de la Calidad de la Norma ISO 9001:2015

Originalmente fueron ocho principios en los que se fundamentó esta norma. Para la versión en referencia se han considerado siete y son en esencia los postulados planteados por Deming, Ishikawa, Juran, entre otros, los mismos que se describieron en la sección 2.2.1 de este apartado.

Cuadro 10 Principios para Gestión de la Calidad según ISO 9001:2015

Principios de Gestión	Lineamiento
Enfoque al cliente	Las empresas deben dedicar total atención a satisfacer a sus clientes para asegurar la continuidad en el mercado. Asimismo, esforzarse por cubrir las expectativas de sus empleados.
Liderazgo	Es necesario arribar la visión estratégica de la empresa en todos los niveles de la misma, para lo cual se necesita el compromiso de alta dirección y de la base laboral.
Compromiso de las personas	Las organizaciones crean valor a partir del aporte de personas capaces, competentes y debidamente entrenadas o capacitadas.
Enfoque a procesos	Los resultados son óptimos cuando las actividades se desarrollan bajo un mismo sistema coherente integrado
Mejora	En la medida en que las organizaciones no pierdan el sentido del mejoramiento continuo, el éxito no les será esquivo.
Toma de decisiones basada en la evidencia	Los resultados son certeros si previamente se ha considerado el análisis y procesamiento de información adquirida.
Gestión de las relaciones	Es necesario mantener lazos comerciales afianzados con todos los involucrados en el negocio.

Fuente: Elaboración propia

❖ Interpretación de la Norma ISO 9001:2015

La norma ISO 9001:2015 está estructura en 10 capítulos. Los primeros tres hacen referencia a las generalidades y los siguientes describen todos los requisitos que se necesitan cumplir para elaborar e implementar un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), teniendo en cuenta también los Principios de Gestión antes mencionados con un pensamiento basado en el riesgo.

Generalidades

1. Objeto y Campo de Aplicación. Define lo que se pretende lograr con la implementación del SGC y el alcance específico de éste. Es en otras palabras el por qué y para quien se destina.
2. Referencias Normativa. Se redacta las bases sobre las cuales se elabora el SGC que están referidas a normativas vigentes.
3. Términos y Definiciones. Se escriben las definiciones básicas de la terminología empleada según el rubro o disciplina. Constituye una parte importante para el entendimiento y aplicación del SGC.

Requisitos

4. Contexto de la organización. Está asociado a una serie de variables, tanto externas como internas que impactan en el desempeño de la organización. Se sugiere que se tengan en cuenta todas las partes interesadas, que por ejemplo vendrían a ser los clientes en principio, quienes son los receptores directos del producto, el gobierno e instituciones no gubernamentales para regular legalmente el desarrollo del bien o servicio, los accionistas y los proveedores o aliados estratégicos.

Existen varias herramientas para realizar y cumplir con este requisito, tales como las 5 Fuerzas de Porter, el análisis PEST, la Matriz de Evaluación de Factores Externos e Internos, la Matriz de Perfil Competitivo y el análisis FODA, siendo este último el más empleado en el medio que consta en sí en identificar los agentes internos (Fortalezas y Debilidades) y externos (Oportunidades y Amenazas) presentes en la organización, los mismos que deberán ser monitoreados progresiva y periódicamente. Con ello se tiene una idea de cómo es que la organización se encuentra contextualizada. Ejemplo.

Análisis FODA: Empresa de Metrados TUPUSKAY

Fortalezas

- Capacidad para trabajo en equipo.
- Compromiso con la empresa
- Equipos y paquetes informáticos para realizar los trabajos

Oportunidades

- Posibilidad de contrato con empresa conocida Mayo Edificaciones SAC.
- No existen empresas que se dediquen a realizar exclusivamente metrados en Ingeniería Civil.
- Actual boom de la construcción

Debilidades

- Poco capital económico
- Poca disposición de tiempo
- Desconocimiento administrativo y legal para operar.

Amenazas

- Practicantes que realizan Metrados.
- Ingenieros especializados en Metrados, Costos y Presupuestos.
- Modelo de negocio puede ser copiado.

5. Liderazgo. Tiene referencia a la manera cómo la alta dirección está comprometida e involucrada en la gestión y cumplimiento del SGC, partiendo de la definición de los objetivos estratégicos (misión, visión, valores) y su difusión en todos los niveles de la organización. Este requisito se evidencia con la elaboración de las políticas y la identificación y designación de autoridades presentes en la gestión, todo ello alineado al contexto de la organización. La alta dirección tiene que elegir apropiadamente a su personal y asignar responsabilidades en pro del cumplimiento del programa de calidad asimismo ésta demuestra su compromiso a través de acciones tangibles como hablar con clientes representativos, integrando los diversos canales presentes y/o renovando equipos, herramientas o infraestructura de trabajo.

Ejemplo: POLITICA DE CALIDAD de Empresa Constructora

MARELLI CONSTRUCTORA S.A. asume el compromiso de aplicar y mejorar permanentemente un Sistema de Gestión de la Calidad para asegurar la entrega de productos y servicios confiables que cumplan con los requisitos y expectativas de sus clientes. Como referencia para promover la calidad y la mejora continua en todos los niveles de la organización se deberán considerar los siguientes objetivos de calidad:

- ✓ Mejorar continuamente nuestra gestión considerando la innovación, el desarrollo e implementación de las mejores prácticas y el cumplimiento de los requisitos legales y normativos aplicables en cada caso.
- ✓ Mantener una política de comunicación clara transparente con nuestros clientes, proveedores y aliados de negocios.
- ✓ Promover la capacitación y competencia del personal, poniendo a disposición los recursos necesarios para la implementación de programas de capacitación, orientados a reforzar el compromiso y desarrollar las competencias de los integrantes de la organización.
- ✓ Asegurar el crecimiento de la organización a partir de la planificación de los negocios, las inversiones y el mejoramiento de la eficacia en el desarrollo y utilización de los recursos e infraestructura. La Dirección asegura la difusión y actualización de esta política y hace extensivo el compromiso con la calidad a todos los integrantes de la organización.

Leonardo Marelli
Presidente

6. Planificación

Para concretar los objetivos deseados a nivel organizacional, se tiene que establecer, implementar, dar mantenimiento y mejorar continuamente el SGC para lo cual es imprescindible haber realizado una planificación inicial que determina entre otras cosas, por ejemplo, los procesos, procedimientos e interacciones necesarios para llevar a cabo las actividades. Unido a ello, se identifican los riesgos y se determinan planes de control o mitigación de los mismos creando oportunidades de mejora.

Proceso. según ISO es un “conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

Una forma de evidenciar este requisito es inventariar los procesos y documentarlos de manera clara, puesto que son un activo que forma parte del know how de la organización. Se recomienda hacerlo a través de programas informáticos como MS Word, MS Excel, Bizagi o siguiendo las pautas establecidas por la reconocida guía BPM (Business Process Management). Existen tres tipos de procesos que se debe diferenciar.

- P. Estratégicos, vinculados a las responsabilidades de la alta dirección.
- P. Operativos, ligados directamente con la realización del producto.
- P. Apoyo, que dan soporte a los demás procesos.

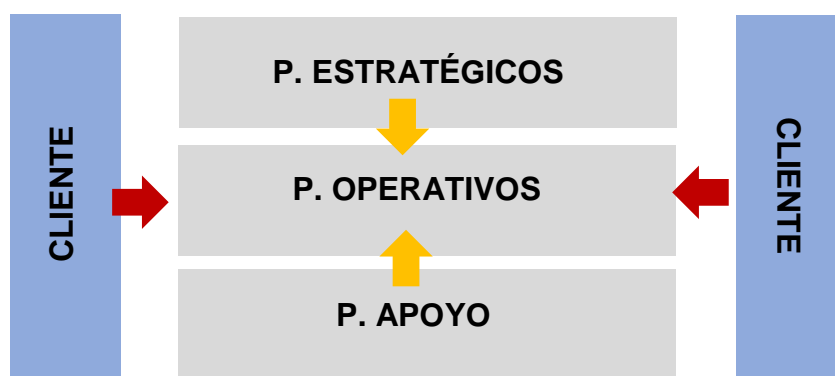


Figura 24 Diagrama de Procesos

Fuente: Value Hunter - Elaboración propia

Se entiende que todo esto es cíclico y está en constante evaluación, por lo que también la planificación es cambiante. Por ejemplo, si la organización desea incorporar un nuevo proceso, el plan inicial contemplado habrá de modificarse. En consecuencia, este requisito exigido por la norma ayuda a las organizaciones a tener un enfoque distinto en cuanto a la documentación y registros para concretar la planificación de la calidad y asegurar la misma. Normalmente la planificación se realiza con los responsables de cada área y/o departamento quienes en base a su experiencia elaboran propuestas que serán integradas al plan, tales como procedimientos, funciones o roles. Se lleva a cabo al inicio de las actividades o cuando debe comenzar un nuevo periodo de producción.

7. Apoyo

Habla del soporte necesario que debe disponer la organización para el logro de sus objetivos de calidad. Se fundamenta en cinco aspectos.

- Recursos

A partir de la identificación de los procesos, la organización debe contar con los recursos financieros, humanos, materiales y físicos debidos para realizar cada una de las actividades establecidas. Por ejemplo, para el caso de pruebas geotécnicas se debe disponer de equipos calibrados certificados.

- Competencia

Está referida a las capacidades adquiridas por la organización a través de sus empleados o en conjunto para realizar determinadas actividades. Este conocimiento es avalado por capacitaciones académicas o experiencia ganada como consecuencia de la práctica. En el supuesto caso, que se identifique deficiencias en este aspecto, se deben tercerizar los trabajos en referencia o entrenar al personal para concretar la labor deseada.

- Toma de conciencia

Forma parte de la cultura que cualquier organización debe ostentar y se refiere a la actitud con las que el equipo encara una actividad. Esto se manifiesta con el cumplimiento a cabalidad del SGC en cada uno de sus etapas y niveles. Se retroalimenta este aspecto con charlas programadas de sensibilización en las cuales se difunde la necesidad de adoptar una postura de calidad en todos los aspectos de la vida.

- Comunicación

La alta dirección y los responsables de cada área deben saber comunicar las directivas establecidas en el SGC. Asimismo, en qué momento hacerlo y qué canales emplear para ello. Debe ser en todo momento clara y objetiva.

- Información documentada

Si bien en la actual versión de la norma, no se exige un Manual de Calidad que muchas veces era una acumulación de documentos poco servibles, sí se requiere que las organizaciones cuenten con un sistema de información documentada suficiente para gestionar eficientemente el SGC.

Cuadro 11 Control de comunicaciones

COMUNICACIÓN INTERNA Y EXTERNA				
COMUNICACIONES PARTES INTERESADAS INTERNAS				
INFORMACIÓN A COMUNICAR(que)	RECEPTOR (a quién)	SOPORTE/MEDIO DE TRANSMISIÓN(cómo)	FRECUENCIA (cuando)	RESPONSABLE DE LA COMUNICACIÓN (quién)
Tantas líneas como información interna a comunicar				
COMUNICACIONES PARTES INTERESADAS EXTERNAS				
INFORMACIÓN A COMUNICAR (que)	RECEPTOR (a quién)	SOPORTE/ MEDIO DE TRANSMISIÓN (cómo)	FRECUENCIA (cuando)	RESPONSABLE DE LA COMUNICACIÓN (quién)
Tantas líneas como información externa a comunicar				

Fuente: ISO 9001:2015

8. Operación

Es la cláusula más extensa de la norma y está referida a evaluar como la organización administra y ejecuta sus procesos y procedimientos internos y externos alineados con los objetivos propuestos enfocados en la satisfacción de los clientes. Los requisitos mínimos que se debe cumplir, se describen de manera sucinta a continuación y de acuerdo a las sub cláusulas correspondientes a este punto.

Una vez establecidos los objetivos de calidad, la alta dirección y demás responsables deberán velar por el cumplimiento de los requisitos exigidos por el producto de acuerdo al SGC, verificando o controlando cada etapa de los procesos inherentes y evidenciándolo a través de registros que formarán parte de la data para el análisis del desempeño y posterior planteamiento de propuestas de mejora.

Los requisitos de los bienes o servicios a producir deben estar claramente definidos desde un inicio. El cliente debe proporcionar todas las consideraciones

que debe tener el producto para que la empresa evalúe si está o no en condiciones de asumir el trabajo. En caso existan diferencias entre lo solicitado y lo producido, éstas deben ser enmendadas según lo requiera el caso y registradas para plantear opciones de mejora y evitar similares errores en el futuro. Lo requerido por el cliente debe hacerse de forma documentada para evitar posteriormente malos entendimientos.

El diseño y desarrollo de los elementos de entrada y salida deben ser verificados en cada uno de los niveles de producción y deben contar con información que garantice la calidad de los mismos. Esto es, por ejemplo, que en caso se necesite mandar a producir un componente el exterior, previamente se ha tenido que elegir a la empresa proveedora, determinado el proceso de compra y sobre todo elaborado la ficha técnica con planos y demás especificaciones, solo así se asegura que el desarrollo de la actividad no se vea postergada por decisiones de último momento y tampoco la calidad se vea menguada. De esta manera también se logra la identificación y trazabilidad del producto. Cabe resaltar que los proveedores deben ser evaluados en torno a su capacidad instalada y la organización debe durante la ejecución del trabajo estar pendiente a través de los canales de seguimiento disponibles de la realización del mismo. Se busca mediante este mecanismo que las expectativas sean superadas. Una vez logrado esto, se liberan los bienes y servicios y se da conformidad al trabajo. Los cambios que se puedan dar durante el mismo han de ser documentados y aprobados por las instancias correspondientes en ambos lados (organización y proveedor), estableciéndose así un control de cambios.

En el caso que no se haya completado los requisitos preestablecidos por el cliente de los elementos de salida, se elabora un registro de no conformidades, las cuales serán subsanadas de acuerdo a los procedimientos de la organización.

Por otro lado, se hace mención que una buena gestión de la calidad no termina con la entrega del producto. Es necesario también, hacer seguimientos de control de calidad en una etapa posterior para verificar el correcto desempeño del mismo y garantizar la vida útil proyectada.

Teniendo en cuenta estos criterios se asegura un buen desenvolvimiento de la organización específicamente en la parte operativa y se confirma una buena gestión del sistema de calidad implementado.

9. Evaluación del desempeño

Habla del seguimiento, medición, evaluación y análisis del desempeño de la organización teniendo como referencia el SGC implementado. Los resultados obtenidos indican el nivel alcanzado en el desarrollo de las operaciones. Es quizás uno de los requisitos más considerados en la ISO 9001:2015, pues es a partir del cumplimiento de esta cláusula que se pueden plantear condiciones de mejora para alcanzar la calidad total.

El monitorio continuo permite identificar aspectos críticos en un determinado proceso y deben informarse a los responsables del mismo oportunamente. El análisis resulta relevante en este caso, sino simplemente sería una simple toma de datos.

Se recomienda que periódicamente las organizaciones estén sujetas a auditorías que podrían realizarse por personal de planta capacitado o por terceros expertos. Se contrastan in situ los requisitos exigidos por la norma y es una manera de ver qué tan eficiente se encuentra implementado el sistema. Estas auditorías identifican acciones correctivas y oportunidades de mejora, las mismas que deben ser revisadas y validadas por la alta dirección, quien será la responsable en primera instancia de impulsar las acciones de mejora.

Resulta en ese sentido relevante, recabar o reunir información de la performance de la organización y SGC para que se tomen medidas reales sustentadas en análisis de datos y no en meras suposiciones. Existen distintas herramientas para evaluar este aspecto. Por ejemplo, una práctica común para evaluar la satisfacción del cliente es a través de encuestas o reuniones. Si por el contrario se desea conocer el porcentaje de productos rechazados, se contabilizan las inconformidades y se analiza si el número está dentro del rango permitido.

10. Mejora

La organización en base a la data obtenida a lo largo del desarrollo del SGC, establece las oportunidades de mejora a través de acciones correctivas necesarias para alcanzar los requisitos internos y externos propuestos. Esta cláusula insta a las empresas a fortalecer sus sistemas de gestión de la calidad y mejorar su desempeño continuamente.

Estas mejoras implican entre otras cosas, mejorar los procesos para evitar posibles no conformidades, mejorar los productos para satisfacer las exigencias de los clientes y por ende mejorar el funcionamiento del Sistema de Gestión de la Calidad de la organización, tratando de llegar siempre a la raíz de los problemas.

Finalmente, de todo lo que se ha descrito anteriormente, se desprende que la norma ISO 9001:2015 es bastante explícita y entendible para cualquiera que pretenda implementarla en su organización. Se nota asimismo que todos los requisitos exigidos están enmarcados en el ciclo de Deming y tienen un carácter aplicativo práctico.



Figura 25 La estructura de alto nivel y el ciclo PDCA (PHVA)

Fuente: ISO 9001:2015

CAPÍTULO III: DEFICIENCIAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS EN EL PERÚ

Un inadecuado proceso constructivo de pavimentos de concreto puede devenir en un deterioro temprano del mismo. Esto en principio genera molestias en los usuarios y sobre todo genera costos adicionales no contemplados por razones de rectificación o mantenimiento. Sin embargo, también, muchas de las fallas que puedan presentarse se inician en la etapa de diseño, es por ello se sugiere que la empresa constructora esté en la condición de alertar sobre este aspecto y evitar llevar el error a la fase constructiva.

A continuación, se lista una serie de observaciones encontradas en distintas obras de pavimentación con concreto a lo largo del país:

- **Municipalidad Provincial de Bellavista – San Martín**

De acuerdo al Informe de Acción Simultánea N° 205-2016-CG/L450-AS, del Órgano Regional de Control – Moyobamba, se tiene que, durante la pavimentación de 18 cuadras en la referida ciudad, se encontraron las siguientes deficiencias en relación al proceso de construcción:

- El agregado y el agua utilizados para elaborar la mezcla de concreto no han sido los que el Expediente Técnico ordena. No se encontró ninguna evidencia de los ensayos que han debido realizarse para el control de calidad de los mismos.
- El cemento utilizado para la elaboración del concreto no contaba con certificado de calidad que se ajuste a las especificaciones técnicas asociadas a este producto.
- La dosificación del concreto en obra se realizó de manera artesanal. La empresa no contaba con los equipos necesarios para llevar a cabo esta labor, además de hacer caso omiso a las recomendaciones hechas por el laboratorio encargado de realizar el diseño de mezcla.
- Durante el vaciado del concreto, no se realizó el vibrado en forma regular para una adecuada consolidación del mismo, observando la presencia de congrejeras una vez endurecido.
- No se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión y densidad de campo en todos los tramos que ordenaba el Expediente Técnico.

Asimismo, la toma de muestras para otros ensayos no sigue los protocolos establecidos.

▪ Municipalidad Distrital de Pucalá - Chiclayo

De acuerdo al Informe de Acción Simultánea N° 564-2017-CG/CORECH-AS, del Órgano Regional de Control – Chiclayo, se tiene que, durante la “Creación del pavimento y veredas de la zona urbana en la localidad Ladrillera, distrito de Pucalá” se encontraron las siguientes deficiencias en relación al proceso de construcción:

- Fisuras y acabado deficientes en paños correspondientes a calles 01 de mayo, Canal 2 y calle Miramar.
- Juntas de dilatación sin relleno en los tramos correspondientes a las calles 01 de mayo y La Paz.
- Los agregados se encontraron almacenados en una zona no adecuada, propensos a contaminación.
- El afirmado a utilizar en la conformación de la sub rasante se encontró en estado de abandono.
- Material de desmonte aún no se había eliminado.
- No se habían realizado los ensayos de resistencia a la compresión de acuerdo a lo establecido en el Expediente Técnico.



Figura 26 Inspección a trabajos de pavimentación

Fuente: Contraloría General de la República

- Municipalidad Provincial de Yauli

De acuerdo al Informe de Visita de Control N° 011-2018-OCI/0416-VC, del Órgano de Control Institucional de la Municipalidad Provincial de Yauli, La Oroya, se tiene que, durante el “Mejoramiento de transitabilidad vehicular y peatonal de óvalo Darío León en La Oroya Antigua, distrito de La Oroya, provincia de Yauli, Junín” se encontraron las siguientes deficiencias en relación al proceso de construcción:

- Se constató que el personal en obra no cuenta con los equipos de protección personal para salvaguardar su integridad ante cualquier accidente.
- La zona de trabajo no se encontraba señalizada, poniendo en riesgo al personal de obra y a terceros.
- Los materiales estaban almacenados en forma desordenada, obstaculizando la circulación en obra.
- El día de la inspección, no se encontraron al Residente ni Supervisor de Obra. Esto hace que la ejecución de los trabajos no se lleve a cabo con la dirección técnica que el proyecto exige.
- La geometría de las rampas no concordaba con lo especificado en los planos del proyecto.
- El agregado grueso, contenía demasiada impureza (tierra), lo que genera un deterioro prematuro del pavimento.

- Municipalidad Distrital de Cerro Colorado – Arequipa

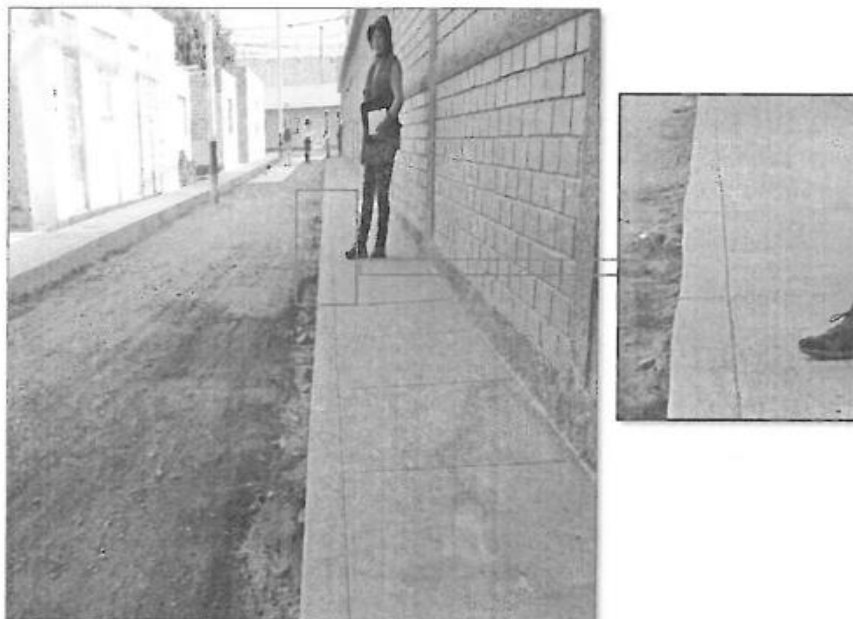
De acuerdo al Informe de Visita de Control N° 042-2018-OCI/1323-VC, del Órgano de Control Institucional de la Municipalidad Provincial de Cerro Colorado, Arequipa, se tiene que, durante el “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal en la Asociación de Vivienda El Triunfo, distrito de Cerro Colorado, Arequipa” se encontraron las siguientes deficiencias en relación al proceso de construcción:

- Las rampas vehiculares y rampas para discapacitados presentaban pendientes super a las indicadas en los planos.
- A pesar de las coordinaciones entre las empresas contratista y supervisora y la entidad contratante, no se llevó a cabo el retiro de un poste de energía eléctrica ubicado a mitad de calzada en uno de los tramos en construcción.

▪ Gobierno Regional de Ancash

De acuerdo al Informe de Visita de Control N° 010-2018-OCI/5332-VC, del Órgano de Control Institucional del Gobierno Regional de Ancash, se tiene que, durante el “Mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal en el P.V.H.U. Zona III, P.V.H.U. Naciones Unidas, distrito de Casma, provincia de Casma, Ancash” se encontraron las siguientes deficiencias en relación al proceso de construcción:

- Las veredas construidas no estaban alineadas en todo el tramo, en contradicción con los planos del proyecto.
- La sección transversal de la vía en la calle Las Palmas, no concordaba con lo descrito en los planos.
- En los tramos que aún estaban en construcción, se observó que los encofrados no estaban bien colocados.
- Los ensayos de resistencia a la comprensión realizados no han seguido el protocolo establecido en el Expediente Técnico.



Fuente: Acta N° 01-2018/GOB.REG.ANCASH/OCI (Apéndice n.° 1)
Elaborado: Equipo de Visita de Control

Figura 27 Vereda desalineada

Fuente: Gobierno Regional de Ancash

CAPÍTULO IV: SISTEMA DE GESTIÓN PROPUESTO PARA ASEGURAR LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

En esta sección se describen los pasos a seguir por cualquier empresa que desee estandarizar el proceso constructivo de pavimentos de concreto teniendo como referencia a la norma ISO 9001:2015.



Figura 28 Ciclo PHVA para implementar SGC

Fuente: Elaboración propia

Los pasos que aquí se mencionan pueden servir como punto de partida a aquellas empresas especializadas en la construcción de pavimentos de concreto que más allá de querer certificarse, deseen realmente optimizar su desempeño basado en una normativa internacional ampliamente aceptada, sin negar la posibilidad de ser mejorada y/o adecuada a las características de las mismas.

4.1 MAPA DE PROCESOS

Un SGC parte de una iniciativa que tiene la alta dirección para mejorar el desempeño de los procesos inherentes a la empresa. En ese sentido y de acuerdo a lo planteado por la ISO, es necesario tenerlos claramente identificados. Para ello, el equipo responsable elaborará un mapa que considere los procesos que intervienen en la construcción de un pavimento rígido y cómo es que estos se interrelacionan.

4.2 POLÍTICA Y PLAN DE CALIDAD

La política y plan de calidad representan la base para elaborar e implementar un SGC. La alta dirección y demás involucrados deberán determinar las políticas y planes de calidad que se desean implementar en pro de alcanzar la excelencia en las operaciones, específicamente en la construcción de pavimentos de concreto. Para ello es necesario, tener bien definido el objeto social de la empresa, la forma como está organizada y sobre todo saber cuáles son los requisitos de las partes interesadas que se planea satisfacer.

4.3 PROCEDIMIENTOS

Una vez identificados los procesos, se genera una lista con los procedimientos que forman parte de estos. Se distinguen dos tipos de procedimientos, los operacionales que tienen que ver directamente con la realización del servicio y los de gestión que son aquellos que regulan la aplicación del sistema teniendo en cuenta la norma ISO 9001:2015. Son revisados y discutidos por especialistas antes de emitirlos formalmente y constituyen el estándar de ejecución de cada una de las actividades.

4.4 CAPACITACIÓN

Los responsables de la implementación del SGC deben capacitar a la toda la fuerza laborar a modo de dar a conocer las iniciativas de calidad que se desean aplicar en la organización, asimismo se debe generar conciencia en los trabajadores para que la calidad forme parte de la cultura organizacional.

4.5 MANUAL DE CALIDAD

Generalmente se piensa que gestionar un sistema es elaborar sendos documentos que en algunos casos resultan innecesarios y burocráticos. Sin embargo, es fundamental contar con una guía tangible para instruir de manera clara al personal sobre la realización de las operaciones y evidenciar y registrar los logros y fracasos de la organización. Una de esas guías es el Manual de Calidad y en él se encuentran descritos el alcance, los procedimientos, políticas del negocio. Si bien la versión actual de la norma ISO 9001:2015 no exige un Manual de Calidad como tal, se sugiere que sea elaborado e integrado al SGC. Conjuntamente con otros elementos, este manual forma parte de la estructura documentaria del SGC.

4.6 IMPLEMENTACIÓN

Una vez que se tengan todas las pautas anteriores, se debe empezar a implementar. Esta implementación inicia con el cumplimiento de los requisitos que exige la norma, por ejemplo, en el caso en que se haya establecido que los equipos topográficos tienen que cumplir con ciertas condiciones de calibración, estos deberán pasar una revisión para dar cumplimiento a este requisito. En este punto se evidencian los costos que genera tener un sistema para asegurar la calidad en la empresa, puesto que se hacen inversiones en algunos casos que no se tenían previstas.

4.7 AUDITORÍA INTERNA

Se deben realizar auditorías internas periódicas a distintos proyectos para conocer el nivel de aplicación y grado de madurez que tiene el sistema, antes de pasar por una auditoría externa con fines de certificación.

4.8 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

Complementa al paso anterior. Se procesa y evalúa la información obtenida en la auditoría para determinar si se está alcanzando los estándares propuestos. Se realiza la medición a través de indicadores de gestión.

4.9 TRATAMIENTO DE LAS NO CONFORMIDADES

Esto hace referencia a la forma de encarar las no conformidades del sistema como mecanismo integral de gestión. La alta dirección se compromete a disponer de todo lo necesario para implementar las acciones correctivas pertinentes.

4.10 PLAN DE MEJORA CONTINUA

En esta etapa a partir de las lecciones aprendidas durante la ejecución de la obra, se procede a elaborar un plan de mejoramiento haciendo énfasis en las áreas o procesos deficientes.

- ✓ *A continuación, se propone un modelo de sistema de gestión para asegurar la calidad en la construcción de pavimentos rígidos teniendo como referencia a la norma ISO 9001:2015, con lo que se da cumplimiento al objetivo general de la presente investigación.*

“Propuesta de mejora para asegurar la calidad en la construcción de pavimentos rígidos”

PRIMERA VIA SAC (Empresa Ficticia)

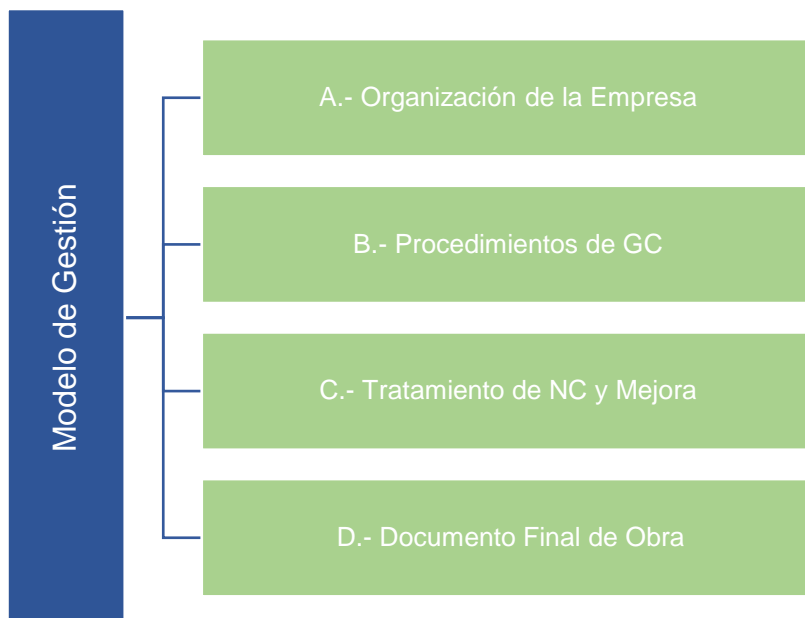


Figura 29 Estructura de Modelo de Gestión

Fuente: Elaboración propia

A. Organización y Estructura de la Empresa

1. Descripción de la Empresa

La empresa PRIMERA VIA SAC, es una organización con personería jurídica inscrita en los Registros Públicos de la ciudad de Lima, creada en el año 2017 y dirigida por dos ingenieros civiles egresados de la Universidad Nacional de Ingeniería. Tiene como objeto social principal la construcción de pavimentos de concreto hidráulico para el sector público y privado.

2. Misión

Brindar servicios de diseño y construcción de pavimentos de concreto hidráulico empleando tecnología de avanzada, materiales de calidad y mano de obra calificada, respetando el medio ambiente y la sociedad en su conjunto.

3. Visión

Afianzarse en el mercado nacional como una empresa especialista en infraestructura vial, específicamente en pavimentación rígida con proyección internacional, sustentada en las capacidades y talento de sus colaboradores y el alto estándar de su desempeño.

4. Organigrama

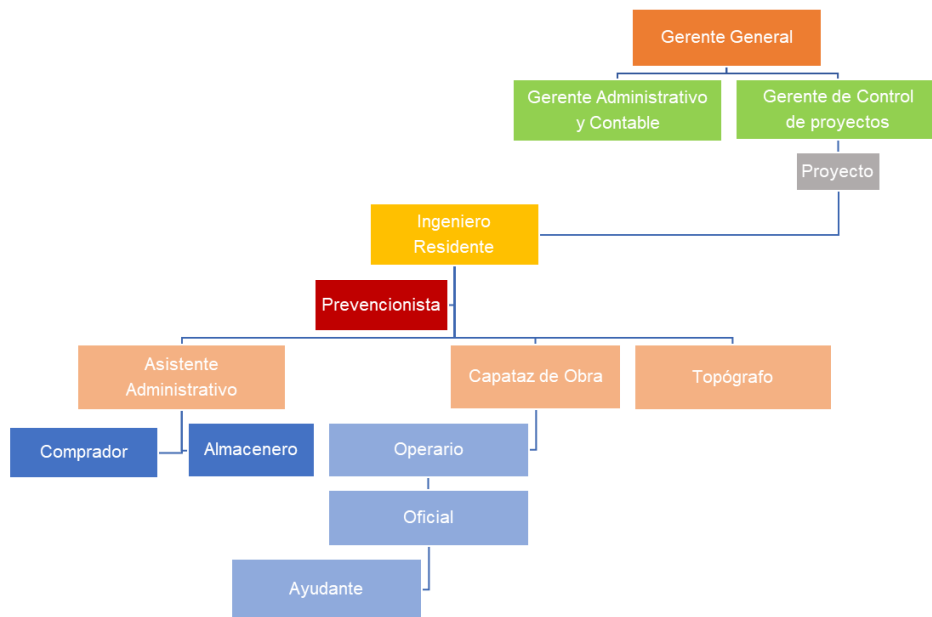


Figura 30 Organigrama de empresa Primera Vía SAC

Fuente: Elaboración propia

5. Valores

- Trabajo en equipo
- Pasión
- Seriedad y cumplimiento
- Innovación

6. Objetivo

Asegurar la calidad del proceso constructivo de pavimentos rígidos y cumplir a cabalidad los requisitos exigidos por el Cliente. Asimismo, garantizar la productividad de la empresa reflejada en la generación de valor económico y a nivel de mercado.

7. Alcance

El documento alcanza a todos los procesos que intervienen en la construcción de pavimentos rígidos.

8. Documentos de Referencia

- ISO 9001: 2015
- Norma CE.010 - Pavimentos Urbanos
Reglamento Nacional de Edificaciones
- Manual de Carreteras
Suelos y Pavimentos
- Manual de Carreteras
Diseño Geométrico
- Expediente Técnico del Proyecto

9. Definiciones Clave

- Sistema: Conjunto de elementos interrelacionados.
- Gestión de la calidad: Conjunto de actividades para asegurar el cumplimiento de los requisitos de calidad.
- No conformidad: Incumplimiento de un requisito.
- Proceso: Conjunto de actividades que interactúan para transformar elementos de entrada en resultados.
- Procedimiento: Descripción específica de cómo desarrollar una actividad.
- Registro: Documento que evidencia el desarrollo de una actividad.
- Plano As built: Planos que reflejan la real construcción de una obra.
- Protocolo: Formato de inspección
- Plan de Puntos de Inspección: Registro de actividades que se desea controlar en un proyecto.
- Auditoria: Inspección o verificación de una actividad para comprobar si se realiza de acuerdo a lo establecido.
- Informe: Exposición escrita del estado de una actividad relacionada con el proyecto.
- Política: Orientación o directriz que debe ser divulgada, entendida y acatada por todos los miembros de la organización.

10. Política de Calidad

PRIMERA VIA SAC, es una empresa que cuenta con un equipo profesional multidisciplinario, dedicada al diseño y construcción de pavimentos de concreto.

Nuestro permanente compromiso reside en:

- Garantizar la satisfacción de nuestros clientes, brindando y manteniendo un servicio especializado, proporcionando atención personalizada y empleando personal con las competencias necesarias para el desarrollo de nuestras actividades.
- Establecer los controles necesarios para minimizar y/o eliminar los riesgos a los que están expuestos nuestros colaboradores en el desarrollo de nuestras actividades, con la finalidad de prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales.
- Contribuir con la conservación del Medio Ambiente, mediante la prevención de la contaminación ambiental y la utilización racional de los recursos, con la finalidad de minimizar los riesgos de impactos sobre el medio ambiente durante el desarrollo de nuestras actividades.
- Establecer los objetivos para la adecuada planificación del Sistema Gestión de la Calidad y revisarlos periódicamente, logrando una mejora continua y aumentando la satisfacción de nuestros clientes alineados a los fines estratégicos de la empresa.

Los citados compromisos deben ser conocidos, entendidos y aplicados a todos los niveles de la organización.

Lima, 01 de enero de 2017

Gerencia General

11. Cargos y Funciones

- Gerente General

Es el directivo de mayor rango en la empresa. Promueve, aprueba e implementa el SGC en todos los niveles de la organización, con énfasis en el proceso constructivo de pavimentos rígidos. Provee los recursos y guía al equipo de trabajo en todas las fases de desarrollo del proyecto, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad, seguridad ocupacional y medio ambiente preestablecidos. Mantiene contacto directo con el Cliente y está en comunicación permanente con el equipo del proyecto.

- Gerente de Control de Proyectos

Pertenece a la dirección de la empresa y es el encargado de planificar y controlar conjuntamente con la GG los tiempos y costos de los proyectos e implementa medidas correctivas de ser necesarias. Está comprometido con la difusión y aplicación del SGC y garantiza la provisión de todos los recursos necesarios para alcanzar los objetivos de calidad. Rinde cuentas a la GG y solicita informes a los Ingenieros Residentes. Asiste técnicamente a "Obra".

- Gerente Administrativo y Contable

Pertenece a la dirección de la empresa y es el encargado de administrar los recursos financieros y económicos. Lleva un control contable de todas las actividades y propone criterios de gestión administrativa para cada proyecto. Es responsable de la tributación y ejecución de los planes financieros de la organización. Rinde cuentas a GG y coordina con las demás áreas sobre aspectos correspondientes a esta área. Hasta que no se implemente la Gerencia de Recursos Humanos es el responsable de la selección y reclutamiento de personal. Está comprometido con la difusión y aplicación del SGC.

- Ingeniero Residente

Es el profesional de mayor rango en el proyecto y el representante de la empresa ante el Cliente en obra. Estudia y entiende el proyecto en toda su magnitud a partir del Expediente Técnico. Aprueba, promueve y divulga el SGC en las áreas del proyecto. Reporta al GG las actividades a través de informes, semanales, mensuales o a solicitud puntual. Organiza la secuencia de trabajos con el personal, a quien guía en todo el proceso, garantizando una correcta ejecución,

considerando las condiciones contractuales existentes. Convoca a reuniones semanales al equipo del proyecto para analizar el desempeño e implementar prácticas de mejora. Aprueba las solicitudes de compra y/o alquiler de materiales, equipos y actividades de subcontratación. Es el encargado de emitir las valorizaciones y sustentarlas de ser el caso. Promueve el trabajo seguro y coordina en todo momento con la Supervisión.

- Prevencionista

Es el encargado de elaborar, promover y hacer cumplir los planes de Seguridad Salud Ocupacional y Medio Ambiente en obra. Organiza charlas de sensibilización y promueve la capacitación del personal para trabajos de alto riesgo. Verifica la realización de trabajos seguros y la calidad y estado de los EPP. Elabora procedimientos de trabajo actividades no contempladas. Realiza inspecciones e investiga los accidentes ocurridos en obra y propone acciones correctivas. Promueve el respeto por el entorno y vela por la salud de los trabajadores. Lleva un registra ordenado de sus labores.

- Asistente Administrativo

Cumple el SGC y el Programa de SSOMA. Conoce los procedimientos administrativos de la empresa y los aplica en el desarrollo de sus actividades. Coordina con la GA y Residente de Obra las aspectos contables, laborales y administrativos de la empresa. Coordina el tareo oportuno de los trabajadores y fija el horario de trabajo de acuerdo a la normativa laboral vigente. Tiene a su cargo la gestión de compras y manejo de almacén. Documenta ordenadamente su labor. Administra un fondo fijo semanal.

- Almacenero

Cumple el SGC y el Programa de SSOMA. Conoce los procedimientos administrativos de la empresa y los aplica en el desarrollo de sus actividades. Es el responsable de la recepción, revisión, y organización y despacho de los materiales, suministros y equipos en obra. Lleva un control documentario de las solicitudes de compra, facturas y boletas de venta, guías de remisión y certificados de calidad de todo lo que ingresa a almacén. Actualiza constantemente el inventario está preparado para recibir inspecciones inopinadas de la dirección.

- Comprador

Cumple el SGC y el Programa de SSOMA. Conoce los procedimientos administrativos de la empresa y los aplica en el desarrollo de sus actividades. Realiza las compras menores en obra. Elabora informes de rendición de cuentas. Depende directamente del Asistente Administrativo.

- Topógrafo

Cumple el SGC y el Programa de SSOMA. Conoce los procedimientos administrativos de la empresa y los aplica en el desarrollo de sus actividades. Realiza el trazo y nivelación topográfica del proyecto en todas sus etapas. Mantiene en buen estado los equipos topográficos asignados y alerta en caso necesiten revisarlos y/o calibrarlos. Elabora informes y planes según sea el caso. Coordina permanentemente con el Ingeniero Residente, Supervisores y Capataces. Identifica en obra posibles erros de diseño y plantea in situ acciones correctivas. Tiene a su cargo un equipo de ayudantes para la realización de sus labores.

- Capataz de Obra

Cumple el SGC y el Programa de SSOMA. Conoce los procedimientos administrativos de la empresa y los aplica en el desarrollo de sus actividades. Conjuntamente con el Ingeniero Residente coordina la secuencia de trabajos en obra y verifica la correcta y oportuna ejecución de los mismos. Supervisa el desempeño del personal que tiene a su cargo y emite informes diarios de producción. Solicita anticipadamente recursos para la realización de labores y organiza en obra a las distintas cuadrillas. Tiene un plan de avance diario, semanal y mensual.

B. Procedimientos

PRIMERA VIA SAC, realiza la construcción de pavimentos de concreto hidráulico en base a secuencias estandarizadas para asegurar el cumplimiento a cabalidad de los requisitos planteados por las entidades contratantes, las mismas que garantizan que al finalizar el servicio no existen inconformidades y se satisfaga a plenitud la expectativa del cliente. Estas secuencias o procedimientos indican a los usuarios del sistema como llevar a cabo una determinada labor sin generar improvisación alguna.

1. Procedimientos de Gestión de Calidad


- Control de Documentos
 - Registro de Ensayos
 - Registro de Proveedores
 - Registro de Planos
- Soporte
 - Provisión
 - Recursos Humanos
 - Materiales
 - Ambiente de trabajo
- Control de cambios en ingeniería
- Comunicaciones
 - Interna
 - Externa
- Gestión de adquisiciones
- Producción y Prestación del servicio
 - Preservación de producto
 - Identificación y trazabilidad


1.1. Control de Documentos

La empresa en cada una de las etapas del proceso constructivo de pavimentos de concreto, desea llevar un control ordenado de la documentación generada. Para ello, es necesario que los involucrados, procuren en todo momento tener actualizada la lista de documentos para su disposición inmediata.

En caso se generen cambios, revisen y/o actualicen los documentos, éstos tienen que ser registrados debidamente. Los responsables de asegurar la calidad, deben monitorear constantemente la correcta gestión de la documentación.

Documentos de apoyo : *Formato Control de Documentos CI*
Formato Control de Documentos CE

	MODELO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD					Código	
	COMUNICACIÓN INTERNA					Rev	
	Control de Documentos					Pág	1de1
Proyecto:						Ubicación	
Nº	Asunto del Documento	Remitente	Destinatario	Canal de Comunicación	Fecha	Canales de Documentos - Escritos, Visuales Informes Manuales Cartas, Memorandus Actas Letreros - Tecnológicos E-mails Teléfono - Orales Conversación verbal (con evidencia en caso el tema sea relevante).	

	MODELO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD					Código	
	COMUNICACIÓN EXTERNA					Rev	
	Control de Documentos					Pág	1de1
Proyecto:						Ubicación	
N°	Asunto del Documento	Remitente	Destinatario	Canal de Comunicación	Fecha	Canales de Documentos - Informes - Cartas - Actas	

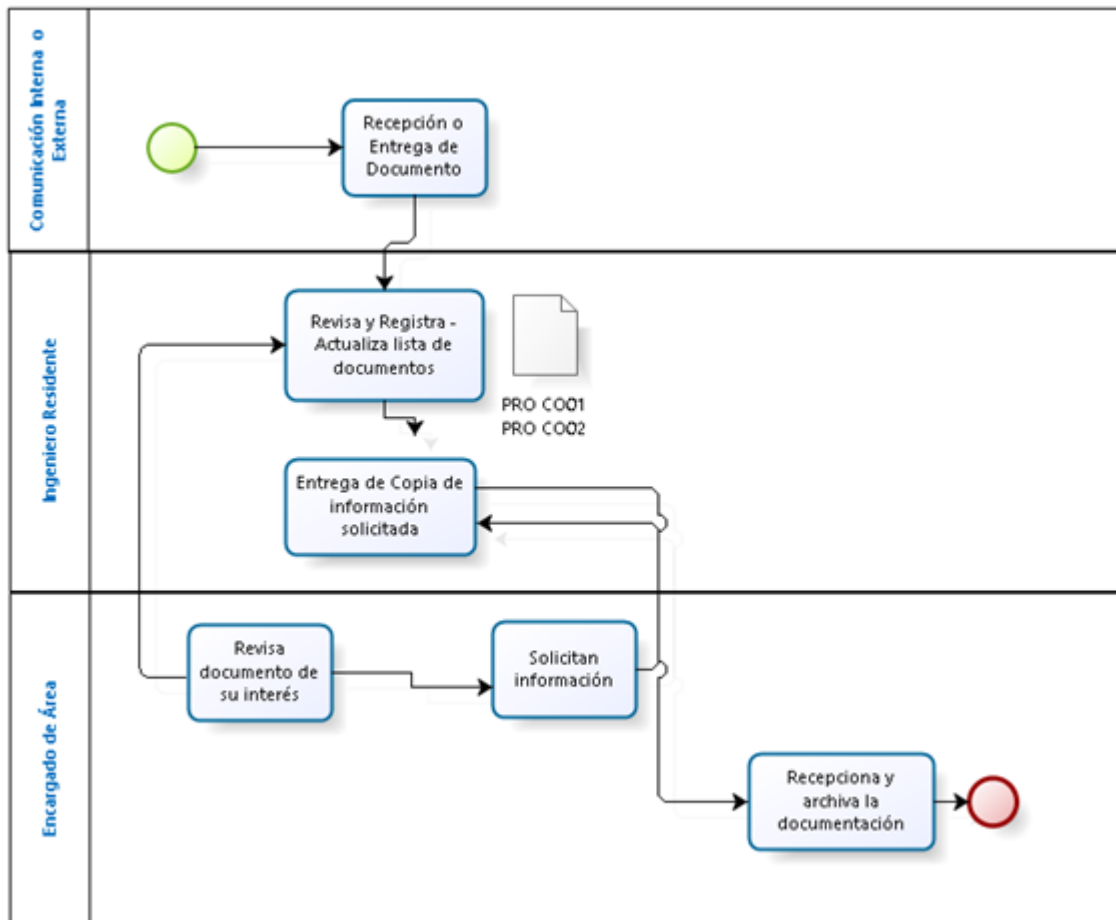


Figura 31 Procedimiento Control de Documentos

Fuente: Elaboración propia

1.2. Control de Registros

Los registros sirven para evidenciar el desempeño de la obra. En ese sentido, el Ingeniero Residente está en la obligación de llevar un adecuado control de los mismos.

Con estos registros se demuestra el cumplimiento de las especificaciones técnicas descritas en el Expediente Técnico y se genera información que al final será adjuntada al Dossier de Calidad.

Cada registro debe estar debidamente visado por la parte ejecutante, el Residente de Obra y Supervisor de Obra. Se deben archivar y custodiar responsablemente y estar disponibles en todo momento.

1.2.1 Registro de Ensayos

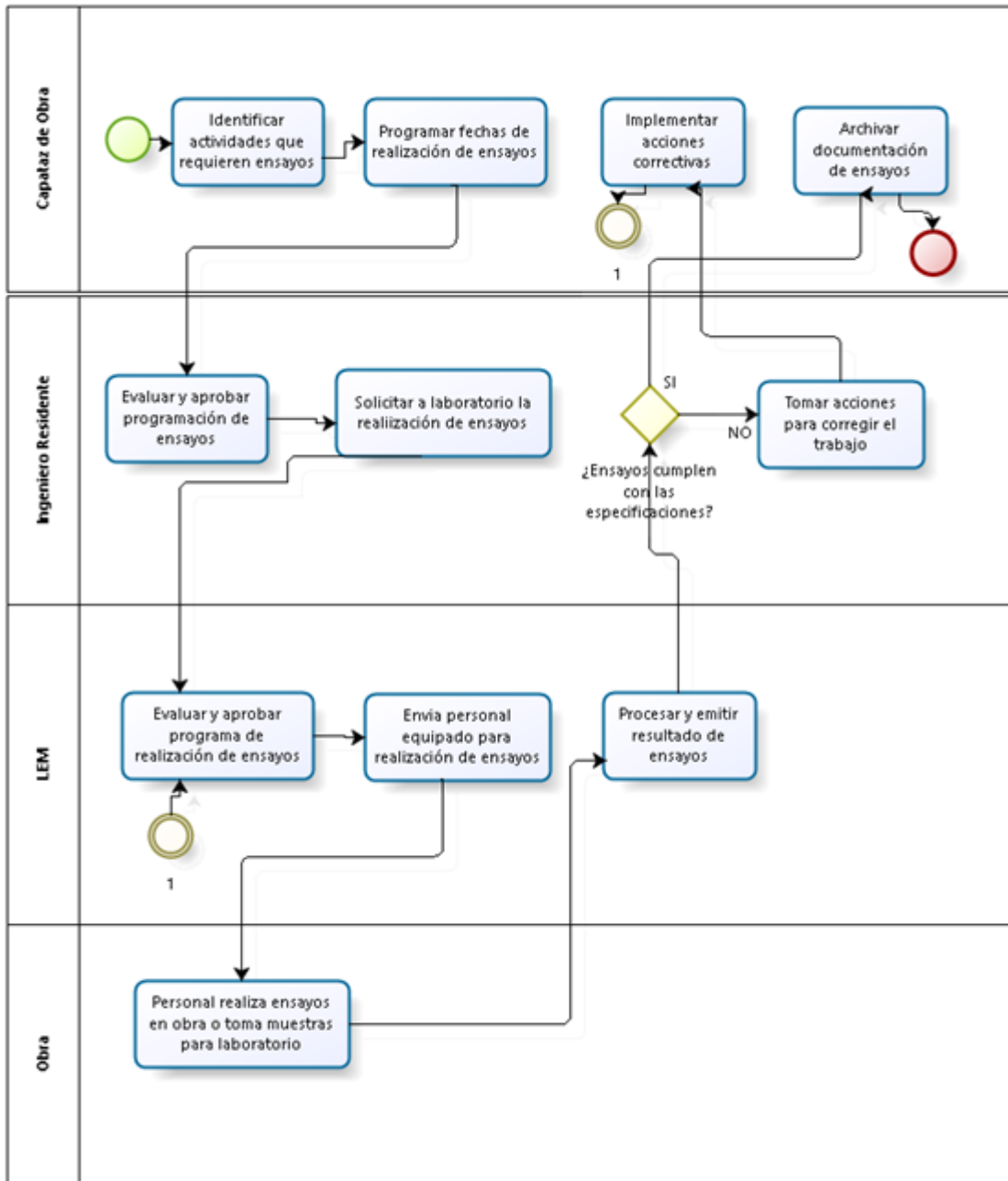


Figura 32 Procedimiento de Registro de Ensayos

Fuente: Elaboración propia

Documentos de apoyo : Registro de Ensayos

1.2.2 Registro de Proveedores

Documentos de apoyo : Formato Registro de Proveedores

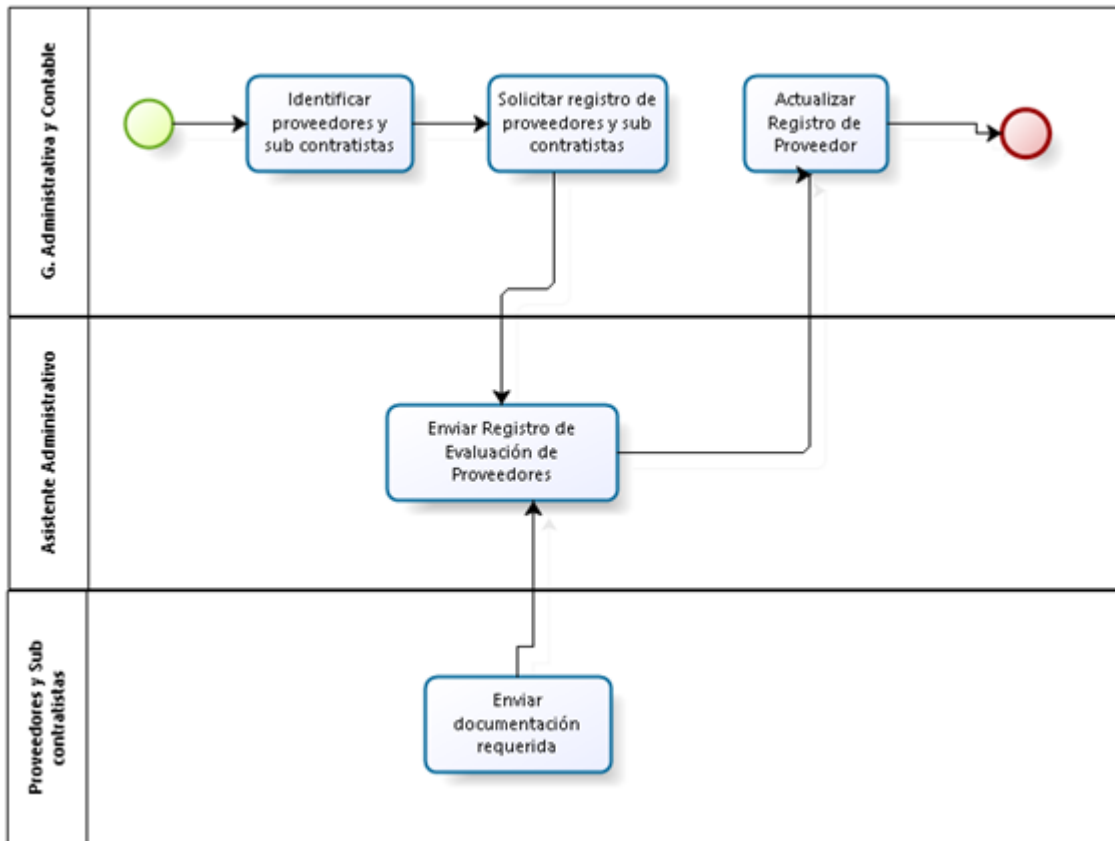


Figura 33 Procedimiento de Registro de Proveedores


Fuente: Elaboración propia

1.2.3 Registro de Planos

Los planos deben estar actualizados y deben ser compatibles entre sí. En caso surjan modificaciones en el proyecto, éstas deben estar validadas en principio por la entidad contratante (Cliente) y por la entidad supervisora de obra.

Se debe llevar un registro de los planos contractuales, con sus respectivas revisiones y/o actualizaciones. Esta responsabilidad recae en el Ingeniero Residente.

Documentos de apoyo : Formato Registro de Planos

	MODELO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD				Código	
	CONTROL DE REGISTROS				Rev	
	Registro de Proveedores y Subcontratistas				Pág	1de1
Proyecto:					Ubicación	
N°	Descripción	Tipo del Servicio	Fecha Inicio	Fecha de Contacto	Contacto	

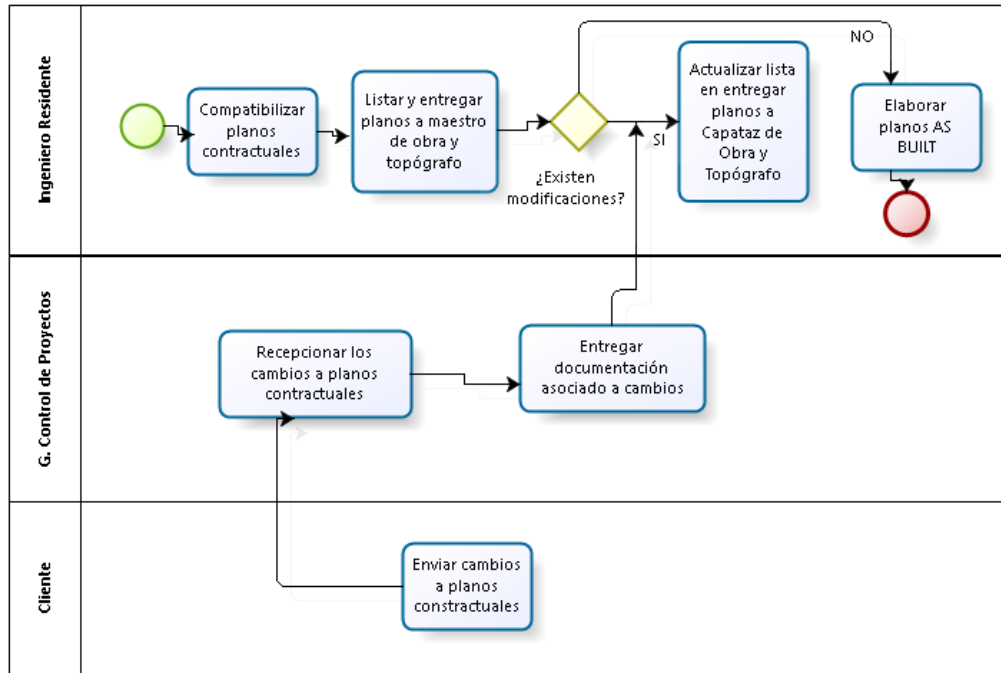


Figura 34 Procedimiento de Registro de Planos

Fuente: Elaboración propia

1.3. Soporte

1.3.1. Provisión

La empresa provee de todos los recursos necesarios para la ejecución de sus proyectos. Para ello, dispone de una estructura orgánica que le permite garantizar la oportuna disposición de personal, materiales, equipos y herramientas en obra. Además, proporciona un adecuado ambiente físico en obra para el desarrollo de las actividades.

1.3.2. Recursos Humanos

Se convoca, selecciona y contrata a las personas que cuenten con la formación y/o experiencia para realizar una determinada actividad.

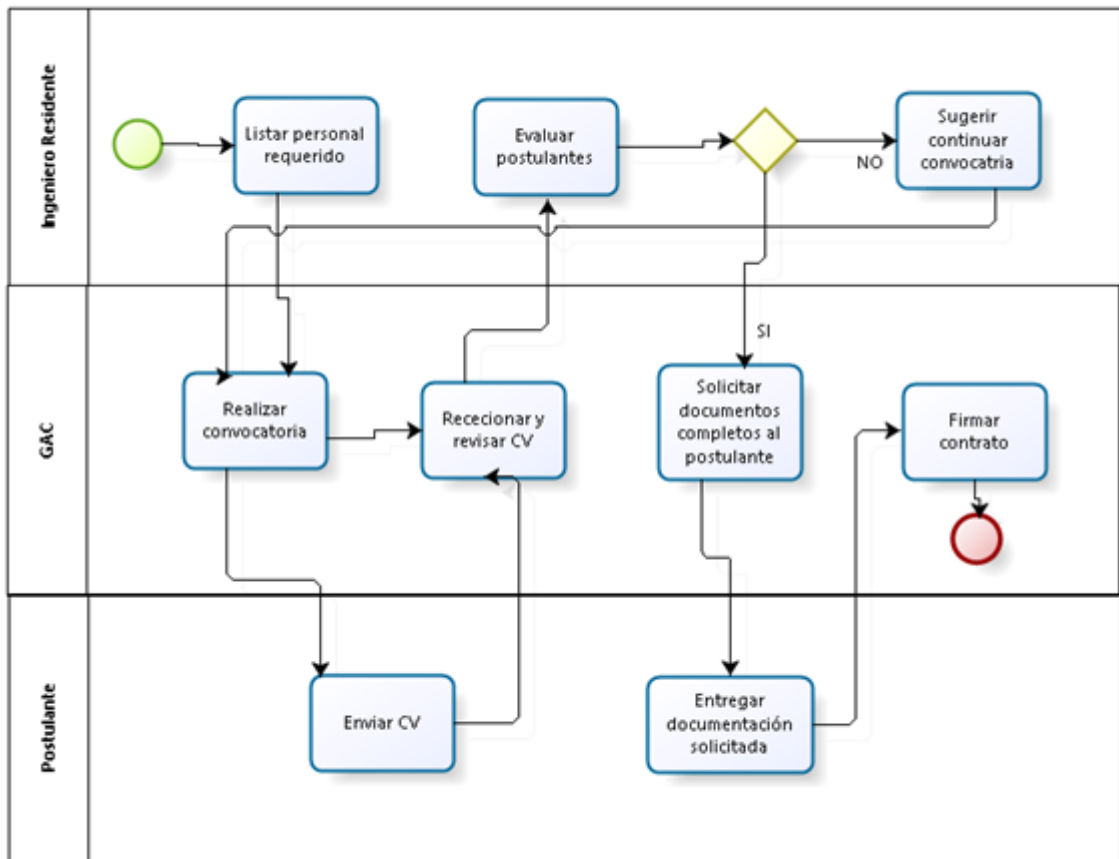


Figura 35 Procedimiento de Reclutamiento de Personal

Fuente: Elaboración propia

1.3.3. Materiales

Los materiales a utilizar en la ejecución de la obra, serán adquiridos de acuerdo al procedimiento de compra que más adelante se detalle. Estos antes de ser ingresadas, pasar por una inspección técnica para verificar si cumplen con los requisitos técnicos exigidos. Su disposición en obra también tiene que estar de acuerdo a las condiciones planteadas en el expediente técnico o en alguna de las normativas vigentes.

1.3.4. Ambiente de Trabajo

La empresa vela en todo momento por la seguridad y salud de su personal. En ese sentido se debe acondicionar las instalaciones necesarias en obra para que puedan llevarse a cabo las actividades. La disposición de las zonas de trabajo tiene que facilitar la realización de las labores y dotar de comodidad al personal.

Como mínimo se plantea instalar: Oficina Ingeniero Residente, Oficina Personal Administrativo, Almacén de Materiales y Herramientas, Almacén de Equipos y Maquinaria Pesada, Vestuario y Comedor de Obra, SSHH, Guardianía.

1.4. Control de cambios en ingeniería

Mediante este control se pretende establecer la forma adecuada de llevar a cabo los cambios que podrían darse en la ingeniería del proyecto.

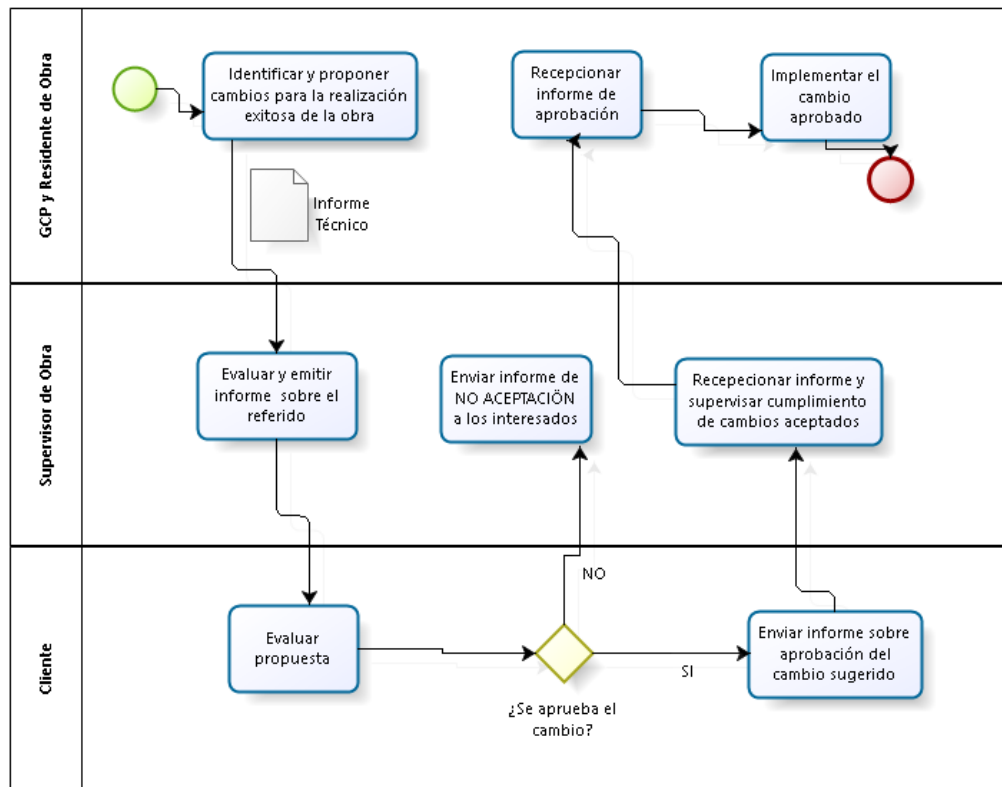


Figura 36 Procedimiento de Control de Cambios en Ingeniería

Fuente: Elaboración propia

Documentos de apoyo : Formato Control de Cambios

1.5. Comunicaciones

1.5.1. Interna

La empresa en su afán de garantizar una fluida y clara comunicación entre los directivos de la empresa, el personal en obra y los proveedores y subcontratistas,

establece los medios formales para ello, los mismos que deben contemplar como mínimo el motivo de la comunicación, quien remite y a quien está destinado. Sugiere en lo posible evitar la comunicación verbal, a menos que se evidencie de alguna forma (grabación de un audio, video). Asimismo, deja a criterio del Ingeniero Residente implementar un programa de reuniones en obra para comunicar temas referidos a la misma.

Cuadro 12 Canales Formales de Comunicación Interna

Canales Formales de Comunicación Interna	
Directos de la Empresa Con Personal en Obra	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Escritos, Visuales Informes Manuales Cartas, Memorandus Actas Letreros ▪ Tecnológicos E-mails Teléfono ▪ Orales Conversación verbal (con evidencia en caso el tema sea relevante).
En obra	
Obra con Proveedores y Subcontratistas	

Fuente: Elaboración propia

Documentos de apoyo : *Formato Control de Documentos CI*

1.5.2. Externa


En esa misma línea, la empresa garantiza una comunicación efectiva con entidades externas a través de la implementación de los siguientes canales:

Cuadro 13 Canales Formales de Comunicación Externa

Canales Formales de Comunicación Externa	
Con Cliente y Supervisión	<ul style="list-style-type: none"> Informes Cartas Actas
Otras entidades	

Fuente: Elaboración propia

Documentos de apoyo : *Formato Control de Documentos CE*

	MODELO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD										Código		
	CONTROL DE CAMBIOS										Rev		
	Registro de Control de Cambios										Pág	1de1	
Proyecto:							Ubicación:						
N°	Solicitud del Cambio	Fecha	N° Docum.	Urgencia			Estado					Descripción del Cambio	
				A	M	B	S	E	A	R	I		

1.6. Gestión de adquisiciones

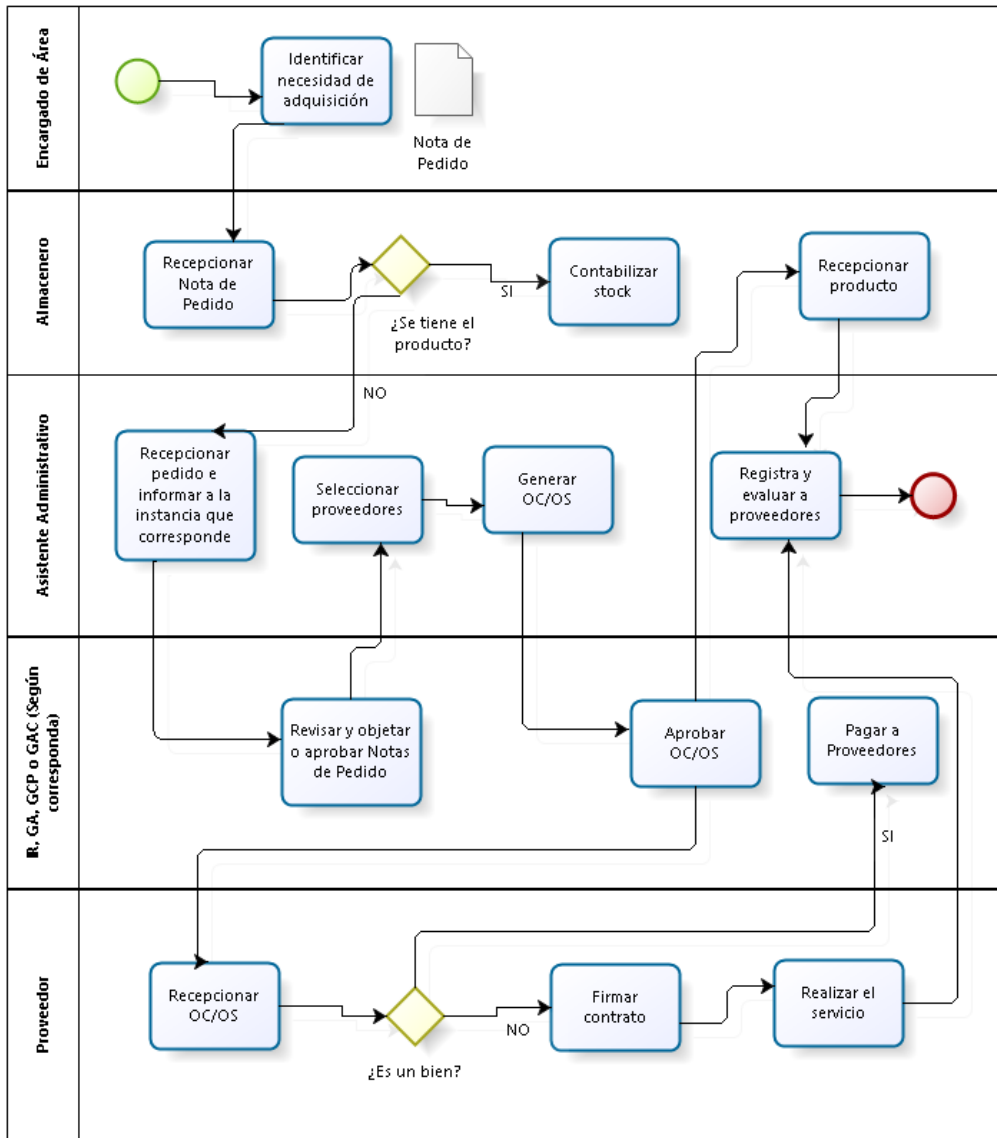


Figura 37 Procedimiento de Compra

Fuente: Elaboración propia

Para compras de monto inferior a S/. 1,500.00 o \$ 500.00, se requiere una sola Cotización y la emisión de la respectiva OC u OS será aprobada por el Ingeniero Residente de Obra.

Para compras cuyo monto esté entre los S/. 1,500.00 a S/. 5,000.00 o su equivalente en dólares, se requiere por lo menos dos cotizaciones de proveedores

que presten la debida garantía. La emisión de la OC/OS será aprobada por la Gerencia de Control de Proyectos y Gerencia Administrativa y Contable.

Para compras cuyos montos sean mayores a los establecidos anteriormente, se requieren por lo menos 3 cotizaciones de proveedores que presten la debida garantía y la emisión de la OC u OS será aprobada por la Gerencia General.

Para la adquisición de activos el Solicitante deberá presentar un sustento técnico del requerimiento el cual deberá ser aprobado por el Ingeniero Residente, Gerencia de Control de Proyectos, Gerencia Administrativa y Contable y Gerente General.

Todas las compras de bienes deberán ser ingresadas al Almacén, debiendo el responsable firmar la Guía de Remisión del Proveedor y emitir la respectiva Nota de Recepción. Copia de estos documentos deben ser adjuntados por el Proveedor a su respectiva factura. **NO SE RECEPCIONARAN FACTURAS SINO SE CUMPLEN ESTOS REQUISITOS.**

Para el caso de servicios el Proveedor deberá adjuntar a su Factura, copia de la OS, Contrato y el Acta de Conformidad del Servicio, que debe ser emitida por el Solicitante del mismo.


El pago de facturas de proveedores se realizará mediante CHEQUE, el cual será entregado al proveedor, únicamente los días Viernes de 4:00 pm a 6:00 pm en las Oficinas de la Empresa. La Gerencia Administrativa y Contable es responsable de hacer firmar cargo de la recepción del cheque emitido al proveedor.


La forma de documentar las compras de la Empresa es la siguiente:

Adjuntar a la OC, las Guías de Remisión, Notas de Recepción o Acta de Conformidad, Nota de Pedido según corresponda, así como copia del cheque entregado al proveedor.

El tiempo mínimo para atender el requerimiento es de 48 horas.

*Documentos de apoyo : Formato Nota de Pedido
Formato OC/OS
Registro de Evaluación de Proveedores*

	MODELO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD			Cód	
	GESTIÓN DE ADQUISICIONES			Rev	
	OC/OS			Pág	1de1
Proyecto:				Ubicación:	
Proveedor: RUC: Dirección: Contacto: E-mail:			OC/OS N° : Solicitante: Fecha: Moneda:		
EMITIR FACTURA A: PRIMERA VIA SAC RUC:20014066C Dirección: Universidad Nacional de Ingeniería, Lima					
N°	Descripción	Und	Cant	P.U	Sub Total
Condiciones del Servicio:			Sub Total		
Forma de pago :			IGV		
Garantías:			Total		
Plazo de entrega :					
Lugar de Recojo:					
Coordinar con:					
Solicitante		V°B° GAC		V°B° GG	

 PVSAC	MODELO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD				Código	
	GESTIÓN DE ADQUISICIONES				Rev	
	Evaluación de Proveedores y Sub Contratistas				Pág	1de1
Proyecto:					Ubicación	
Fecha	Proveedor	RUC	Descripción del Servicio	Evaluación		
				Nota	Comentario	

1.7. Producción de servicio

La empresa con el propósito de realizar un servicio que satisfaga o sobrepase las expectativas del Cliente provee los recursos necesarios, controla cada uno de los procesos y procedimientos caracterizados y genera evidencias de todo ello a lo largo del ciclo productivo.

1.7.1. Preservación de producto

Los productos, llámense materiales, equipos y herramientas que ingresan a obra siguen un procedimiento de recepción y almacenaje en lugares adecuados que garanticen su preservación. Todos ellos, son cuidadosamente revisados para confirmar el cumplimiento de las exigencias técnicas y luego dispuestos en almacén para su posterior entrega o despacho.

Ningún producto que haya sido observado ingresa como tal a obra. Son reemplazados a solicitud y esto genera un precedente negativo para el proveedor que bien podría ser no considerado en adelante para futuras prestaciones.

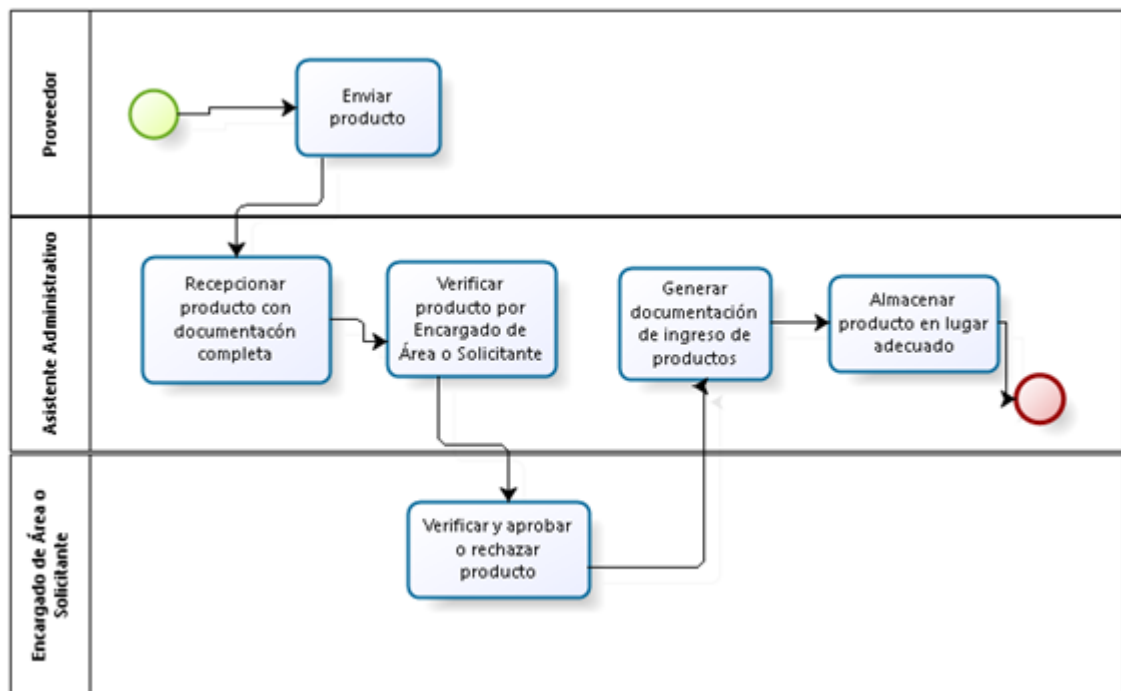



Figura 38 Procedimiento de recepción y almacenaje de m&e

Fuente: Elaboración propia

Documentos de apoyo : Formato Ingreso de M, I, E

		MODELO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD					Código	
		PRESERVACIÓN DE PRODUCTO					Rev	
		Registro de Ingreso de Materiales, Insumos y Equipos					Pág	1de1
Proyecto:							Ubicación	
Fecha	Proveedor	Producto	Und	Cant	Responsable de Inspección		Comentario	

1.7.2. Identificación y trazabilidad

Gracias a las buenas prácticas de seguimiento y registro de cada una de las actividades presentes en la construcción de pavimentos de concreto es que se tienen identificados los procesos desde que se inicia el servicio. Esto garantiza que se evidencien los estándares de calidad presentes en cada labor realizada, tales como inspecciones, ensayos, selección de proveedores, adquisición de productos y tercerización de servicios. Con ellos se cumple con lo exigido por la norma respecto de estos puntos.

2. Procedimientos de Control de Calidad

Estos procedimientos facilitan al personal en obra a realizar las actividades de acuerdo al estándar con el que la empresa gestiona los proyectos de construcción de pavimentos de concreto.

2.1. Control de Equipos de Medición

Todos los equipos de medición que participen del proyecto, sean propiedad de la empresa o de subcontratas, deberán estar calibrados debidamente. La calibración de los equipos propios se realiza de acuerdo a un procedimiento establecido y descrito a continuación. La Lista de Equipos de Medición debe revisarse y actualizarse según sea el caso.

Documentos de apoyo : *Formato Registro de Equipos de Medición*

2.2. Control de Proceso Constructivo

La empresa contempla los procesos básicos de una pavimentación con concreto. El ingeniero responsable de la obra garantiza que las actividades cumplen con los criterios de aceptación que manda el proyecto a través de los Protocolos de Calidad y el Plan de Puntos de Inspección. En caso, el proyecto considere otras partidas, éstas deben tener su Protocolo de Calidad y se incluirán también en el PPI. Cada documento para ser validado debe contar con la firma del Ingeniero Residente, Supervisor de Obra y Representante de la Entidad Contratante.

Documentos de apoyo : *Protocolos de Calidad*
Plan de Puntos de Inspección

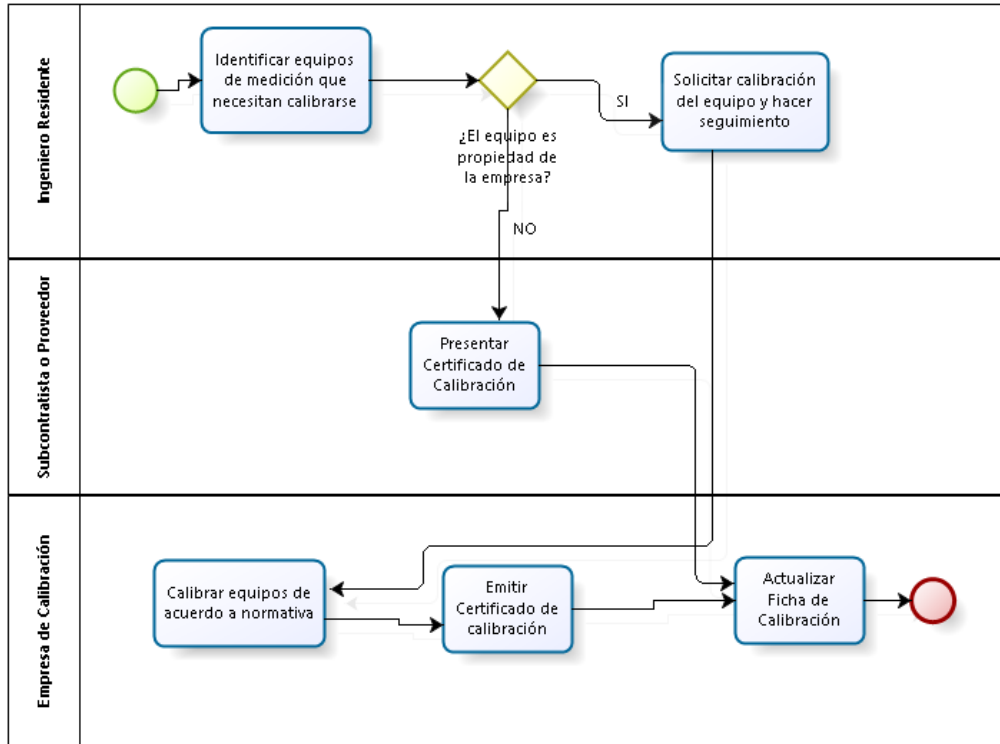


Figura 39 Procedimiento de Control de Equipos de Medición

Fuente: Elaboración propia

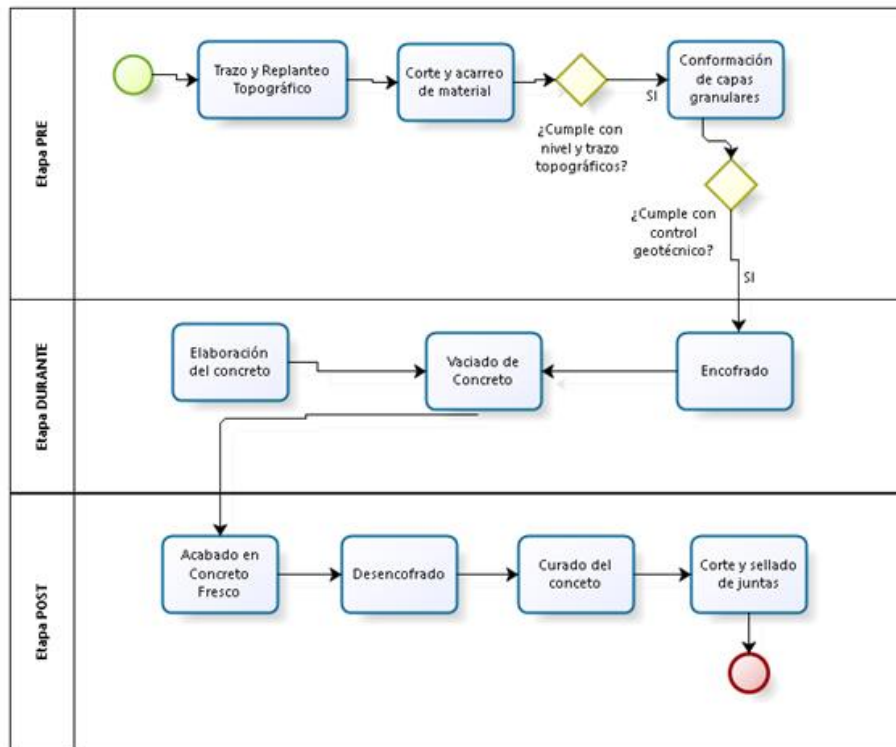




Figura 40 Proceso Constructivo de Pavimentos Rígidos


Elaboración propia

	MODELO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD			Cód		
	PROTOCOLOS DE CONTROL DE CALIDAD			Rev		
	Trazo, Nivelación y Replanteo Topográfico			Pág	1de1	
Proyecto:				Ubicación:		
1.- Identificación						
Partida:						
Área/Ubicación:						
Referencia:						
Planos:						
2.- Equipo Topográfico						
Equipo a utilizar:		Marca:		Modelo:		
Fecha de Calibración:			Fecha de Vencimiento:			
3.- Descripción de Actividades						
Fecha de Realización: _____						
				SI	NO	
a) Revisión de planos y documentos						
b) Señalización y aseguramiento del trabajo						
c) Equipo y Personal necesarios						
d) Punto de Referencia BM-Hito-Otros						
e) Trazo y Replanteo de ejes según planos						
f) Colocación de niveles						
g) Distancia entre ejes según planos						
4.- Datos Topográficos						
Ubicación / Pto de Referencia	Coordenadas			Resultados		
	E	N	Elev	C	NC	NA
5.- COMENTARIOS						
6.- REALIZACIÓN Y APROBACIÓN						
Realizado por:		V°B° Residente de Obra		V°B° Supervisor de Obra		
Topógrafo						

	MODELO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD			Cód	
	PROTOCOLOS DE CONTROL DE CALIDAD			Rev	
	Corte y Excavación			Pág	1de1
Proyecto:				Ubicación:	
1.- Identificación					
Partida:					
Área/Ubicación:					
Referencia:					
Planos:					
2.- Inspección					
Tipo de terreno a excavar: _____ Profundidad de excavación _____ m Dimensiones (largoxancho) _____ m ² Volumen a excavar _____ m ³					
3.- Check List					
Fecha: _____					
	SI	NO	NA	Comentarios	
Verificación de planos					
Eliminación de material inadecuado					
Eliminación de material orgánico					
Acopio de material reutilizable					
Declive de taludes laterales estables					
Superficie limpia y control de aguas subt.					
Eliminación de material a botaderos autor.					
4.- COMENTARIOS					
5.- REALIZACIÓN Y APROBACIÓN					
Realizado por:	VºBº Residente de Obra			VºBº Supervisor de Obra	

	MODELO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD			Cód											
	PROTOCOLOS DE CONTROL DE CALIDAD			Rev											
	Relleno y Compactación			Pág	1 de 1										
Proyecto:				Ubicación:											
1.- Identificación															
Partida:															
Área/Ubicación:															
Referencia:															
Planos:															
2.- Inspección															
Fecha: _____				Inspección Adicional:											
Tipo de Material : _____				<table border="1"> <thead> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		SI	NO								
SI	NO														
Equipo a utilizar: _____ - Laboratorio de Suelos															
Nº de Capas: _____ - Topografía															
Cotas: DE _____ AL _____ - Hoja de Densidad de C.															
% Humedad: _____ - Hoja de Niveles															
Proctor: _____															
3.- Check List															
Fecha: _____															
	SI	NO	NA	Comentarios											
Entrega de Área															
Cotas de Inicio y fin de relleno															
Marcación de capas intermedias															
Relleno y Compactación 1º capa															
Relleno y Compactación 2º capa															
Relleno y Compactación 3º capa															
Relleno y Compactación 4º capa															
Retiro de excedentes															
Recepción de relleno compactado															
4.- Esquema de Referencia															
5.- Comentarios															
6.- Realización y aprobación															
Realizado por:	VºBº Residente de Obra		VºBº Supervisor de Obra												

	MODELO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD			Cód	
	PROTOCOLOS DE CONTROL DE CALIDAD			Rev	
	Encofrado			Pág	1de1
Proyecto:				Ubicación:	
1.- Identificación					
Partida:					
Área/Ubicación:					
Referencia:					
Planos:					
2.- Inspección antes del vaciado					
Fecha: _____					
	C	NC	NA	Comentarios	
Señalización en área de trabajo					
Trazo y replanteo de encofrado según planos					
Material de encofrado en buenas condiciones					
Limpieza de formas de encofrado					
Aplicación de desmoldante					
Forma y dimensiones del encofrado					
Encofrado arriostrado					
Alineamiento y verticalidad					
Hermeticidad del encofrado					
3.- Esquema de Referencia					
4.- Observaciones					
5.- Realización y aprobación					
Realizado por:	V°B° Residente de Obra			V°B° Supervisor de Obra	

	MODELO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD		Cód																																					
	PROTOCOLOS DE CONTROL DE CALIDAD		Rev																																					
	Vaciado de Concreto		Pág	1de1																																				
Proyecto:			Ubicación:																																					
1.- Identificación																																								
Partida:																																								
Área/Ubicación:																																								
Referencia:																																								
Planos:																																								
2.- Inspección antes del vaciado																																								
Fecha: _____ 1.- Materiales aprobados 2.- Cambios aprobados en elementos a vaciar 3.- Inspección topográfica 4.- Inspección de encofrado 5.- Inspección de varillas lisas 6.- Inspección de equipo y herra para esparcir 7.- Inspección de equipo de vibrado 8.- Superficie húmeda 9.- Personal completo para vaciar 10.- Condiciones Climatológicas			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Resultados</th> </tr> <tr> <th>C</th> <th>NC</th> <th>NA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Resultados			C	NC	NA																														
Resultados																																								
C	NC	NA																																						
3.- Durante el vaciado																																								
Fecha: _____ 1.- Resistencia f_c 2.- Cantidad (m ³) 3.- Hora Inicio 4.- Hora de Término 5.- Temperatura (°C) 6.- N° de probetas 7.- Vibrado adecuado 8.- Slump en obra:			_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____																																					
4.- Comentarios																																								
5.- Realización y aprobación																																								
Realizado por:	V°B° Residente de Obra	V°B° Supervisor de Obra																																						

PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN (PPI)				
Actividad a inspeccionar	Verificación / Inspección	Método de Inspección	Doc. de Ref.	Responsable
1.-Trabajos Preliminares				
Limpieza manual del terreno	Terreno libre de obstáculos	Visual	Exp. Técnico	Ingeniero Residente
Transporte de equipo y maquinaria	Equipo y Maquinaria en buen estado	Visual / Check List	Exp. Técnico	Ingeniero Residente
Trazo, nivelación y replanteo	Ejes, Niveles y Cotas	Instrumental / Documental	Planos	Topógrafo
2.-Movimiento de Tierras				
Corte de terreno con maquinaria	- Perfil de excavación - Tipo de terreno - Profundidad	Dimensional / Visual	Planos	IR / Topógrafo
Conformación de bases granulares	- Control de rellano por capas - Nivel - Compactación	Dimensional / Visual	- Exp. Técnico - Planos - Manual de Suelos, Geotecnia y Pavimentos (MTC)	Ingeniero Residente
Acarreo y eliminación de material	- Procedimiento de retiro - Zona de eliminación	Visual	Exp. Técnico	Ingeniero Residente
3.-Pavimento de Concreto				
Concreto	- Diseño de mezcla - Toma de probetas - Slump - Curado - Rotura de Probetas - Verificación post vaciado - Temperatura - Espesor de losa	Instrumental / Documental	- Exp. Técnico - ASTM C31M - ASTM C39M - ASTM C143M - RNE_Pav. Urbanos	Ingeniero Residente
Encofrado	Verificación de formas Medidas Alineamientos Hermeticidad	Dimensional / Visual	Planos	Ingeniero Residente

C. Tratamiento de NC y Mejora

Todo el personal en obra está comprometido con el aseguramiento de la calidad del servicio. En todo momento velará por el cumplimiento a cabalidad de los requerimientos exigidos en el proyecto. En ese sentido informará al ingeniero encargado de obra en caso identifique un elemento NO ACEPTABLE durante el desarrollo del mismo para que se tomen las acciones correspondientes.

Cuadro 14 Acciones para tratamiento de NC

Acciones Correctivas	Acciones Preventivas
Elimina la causa de una NC	Elimina la causa de una NC POTENCIAL

Fuente: Elaboración propia

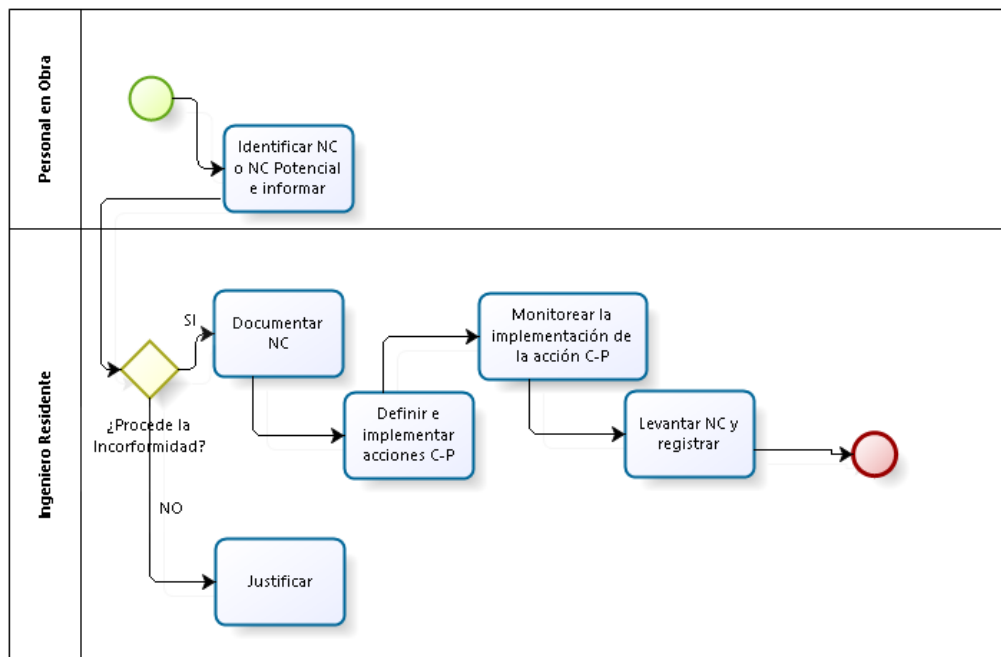


Figura 41 Procedimiento de tratamiento de NC

Fuente: Elaboración propia

Documentos de apoyo : *Registro de NC*

La empresa establece para cada proyecto un Plan de Auditorías Internas para verificar in situ si las condiciones de gestión en pro de la calidad del servicio se están llevando a cabo de la forma establecida.

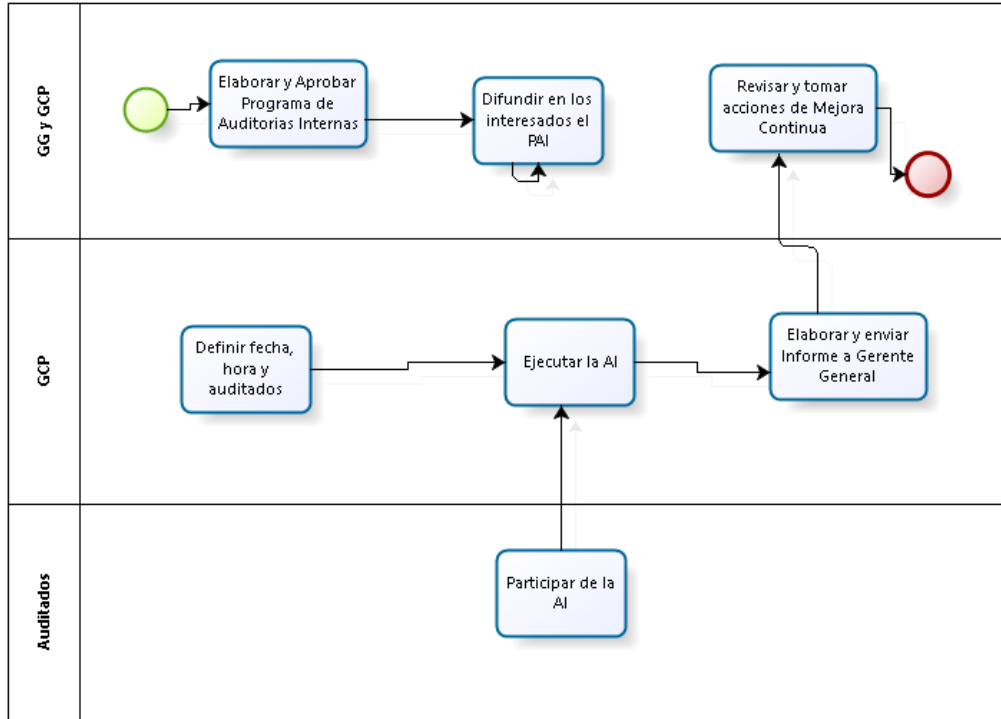


Figura 42 Procedimiento de Auditoría Interna

Fuente: Elaboración propia

D. Dossier de Calidad

El responsable de obra (Ingeniero Residente) entregará al finalizar la misma el Dossier de Calidad, siendo antes validada también por el Gerente de Control de Proyectos. Este documento deberá contener lo siguiente

- Expediente Técnico y Acta de Recepción de Obra
- Certificados de Calibración de Equipos
- Certificados de Calidad de Materiales
- Protocolos de Calidad
- Plan de Puntos de Inspección (ejecutado)
- Registro de Tratamiento de NC
- Planos As Built
- Registro Fotográfico de partidas principales

CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS ESPERADOS

Dado que la presente investigación es de carácter conceptual, no se disponen de datos para un análisis real de los beneficios que se logran al implementar un modelo de gestión para asegurar la calidad en las obras de pavimentación con concreto hidráulico, sin embargo, sí se pueden inferir los logros que se obtienen operando bajo este estándar.

En principio, se tiene sin duda un aumento de la productividad, puesto que los procesos y procedimientos están definidos y se evitan desperdicios en cuanto a tiempo y recursos. Eso se refleja en el aumento de la rentabilidad de la empresa y genera una buena imagen en el mercado.

Por otro lado, al controlar y asegurar que todas las actividades se ejecuten de acuerdo a los requisitos propios del proyecto y del cliente, se pueden advertir deficiencias en cualquiera de las etapas constructivas, lo que permite que sean subsanadas oportunamente.

Y, por último, como consecuencia de un buen trabajo realizado, se tiene un producto bien hecho. En efecto, el seguir este patrón de calidad garantiza que los pavimentos puedan cumplir su vida útil proyectada y no presenten deficiencias tempranas que a larga generan sobre costos y producen malestar en el público usuario.

Punto aparte, es dable resaltar también que implementar un modelo de este tipo, ayuda a concretar los planes estratégicos de la empresa en el mediano y largo plazo, fideliza los clientes y saca ventaja a la competencia. En el caso que se certifique este proceso de acuerdo a la norma ISO 9001:2015, hace reconocible el trabajo en un nivel más amplio y posibilita la captación de nuevos clientes.

En general cualquier organización que implemente esta normativa en sus procesos y sobre todo haga suya La Calidad como parte de su cultura organizacional, está destinada a aumentar sus réditos operativos y por ende económicos.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

La presente investigación ha permitido:

- Conocer el estado actual de la gestión de los pavimentos, sobre todo en la etapa constructiva.

Como se hizo referencia anteriormente, se encontró que la mayoría de las actividades que involucra este proceso no se encuentran estandarizadas, eso conlleva a que cada quien ejecute los proyectos de acuerdo a un criterio propio que muchas veces dista de lo correcto. Asimismo, y lo que es un agravante también en este tipo de situaciones, es que no se tienen mecanismos para controlar durante la operación y saber realmente si el trabajo se está realizando de acuerdo a lo establecido en el Expediente Técnico.

- Saber que las empresas dedicadas a esta actividad, sobre todo las orientadas al sector público no cuentan con un modelo de gestión pre establecido.

La mayoría actúa de forma improvisada y se ve evidenciada esta deficiencia en el tipo de servicio que brindan. No tienen, por ejemplo, procedimientos claros que aligeren y hagan efectiva la gestión de compras o provisión de recursos en general. Tampoco se esfuerzan por fortalecer las capacidades de sus trabajadores y muchas veces contratan mano de obra inexperta con la idea inequívoca de abaratar costos o utilizan material que no cumple con las especificaciones técnicas o condiciones de calidad requeridas.

- Definir y orientar el concepto de CALIDAD

De acuerdo a la documentación revisada, se pudo conceptualizar claramente el concepto de Calidad y cómo es que éste debe ser incorporado en las organizaciones, específicamente en las dedicadas a la construcción de pavimentos. Asimismo, permitió conocer distintos modelos de gestión propuestos por organizaciones académicas internacionales afines al tema en mención.

- Generar una propuesta de mejora.

En base a una metodología como la planteada por la Organización Internacional de Normalización a través de su norma ISO 9001:2015, se estableció un modelo que ayude a asegurar y garantizar la calidad durante el proceso constructivo de pavimentos rígidos en cada una de sus etapas.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Aplicar el modelo propuesto

Para tener un resultado que refleje el beneficio real del modelo sugerido, es necesario implementarlo en algún proyecto. Con ello se tendrían datos fehacientes que demuestren la efectividad del sistema de gestión aplicado.

- Advertir cambios en la normativa base del modelo

En vista que la Organización Internacional de Normalización (ISO) está continuamente revisando y actualizando sus normas, es necesario que constantemente las organizaciones estén atentas a las modificaciones o cambios planteados, específicamente en la ISO 9001:2015. De darse el caso, se recomienda llevar estas variaciones al modelo planteado.

- Considerar otros modelos de gestión

Sería conveniente que se elabore una propuesta de mejora en base a otras metodologías, tales como las sugeridas por la Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad, la Fundación Europea para Gestión de la Calidad o el Malcolm Baldrige National Quality Award.

- Elaborar un modelo aplicado a pavimentos flexibles

Si bien la construcción de pavimentos flexibles tiene similitudes con la construcción de pavimentos rígidos, sería beneficioso que se desarrolle también un sistema de gestión de la calidad ad hoc, orientado únicamente a esta especialidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Alegría Vivas Evelyn Melissa, González Pabón Leidy Johanna y Quiroga Romero Cristi Lucia. Diseño de un instrumento de diagnóstico para la implementación y mejora de un sistema de gestión integrado para empresas pequeñas del sector de la construcción en Cúcuta, Norte de Santander. Universidad Santo Tomás. Santander, Colombia: 2017
- Alfaro Félix, Omar Cristian. Sistemas de aseguramiento de la calidad en la construcción. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. 2011.
- Bermúdez Romero, Julio Enrique. Mejoramiento de la calidad en la gestión de procesos para supervisión de obras. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. 2010.
- Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad. Modelo Iberoamericano de Excelencia en la Gestión V. 2015. Editorial Fundibeq. Madrid, España. 2015
- International Organization for Standardization. ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos. ISO. Ginebra, Suiza. 2015.
- Padilla Garibay, Diana Karina. Tecnología constructiva actual, control de calidad, mantenimiento y reparación de pavimentos de concreto hidráulico. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. 2006.
- Reeves C.A. y Bednar DA. Defining Quality alternatives and implications. Academy of Management Review. EEUU.1994
- Rivva López, Enrique. Diseño de Mezclas. Editorial Hozlo SCRL. Lima, Perú.1992