

**UNIVERSIDAD MAYOR REAL Y PONTIFICIA DE SAN
FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

VICERRECTORADO

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E
INVESTIGACIÓN**



**IDENTIFICACION Y PROPUESTA DE METODOLOGIA PARA EL CONTROL DE
CALIDAD DEL HORMIGON EN OBRAS DE CONSTRUCCION DE LA CIUDAD DE
SANTA CRUZ DE LA SIERRA**

**TRABAJO EN OPCION AL DIPLOMADO EN GERENCIA DE LA CONSTRUCCION
VERSION IV**

Elaborado por: Oscar Efraín Pérez León

Sucre, Marzo 2024

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este trabajo como requisito previo para la obtención Diplomado en Restauración y conservación del Patrimonio Arquitectónico de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un período de 30 meses posterior a su aprobación.

Firma

Oscar Efraín Pérez León

Sucre, 11 de Marzo de 2024

DEDICATORIA

A mis queridos padres, agradezco su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios invaluable que han hecho posible cada paso que he dado en mi camino académico. Su guía y aliento han sido mi mayor fortaleza.

A mis hermanas, gracias por su constante alegría, comprensión y apoyo. Son mi fuente de inspiración en cada desafío.

A la empresa Insepe, Agradezco mucho su generosidad al brindarme acceso a información invaluable que enriqueció mi trabajo de investigación. Agradezco profundamente su colaboración y compromiso con el desarrollo del conocimiento.

Este logro no habría sido posible sin el apoyo incondicional de cada uno de ustedes. Con cariño y gratitud, les dedico este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	I
DEDICATORIA.....	II
RESUMEN EJECUTIVO	1
INTRODUCCIÓN	2
1. ANTECEDENTES	2
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. SITUACIÓN PROBLÉMICA	3
4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN O PREGUNTA CIENTÍFICA	4
5. OBJETIVO GENERAL	4
6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
7. DISEÑO METODOLÓGICO	5
7.1. Diseño General de la Investigación.....	5
7.2. Métodos de Investigación.....	6
7.3. -Instrumentos de Investigación.....	6
7.4. Procedimientos de Investigación	7
8. POBLACIÓN Y MUESTRA	7
8.1. Población	7
8.2. Muestra	7
CAPÍTULO I.....	8
1.1. MARCO TEÓRICO.....	8
1.1.1. Antecedentes de la Investigación	8
1.1.2. Bases Teóricas	10
1.1.3. Bases Legales	14
1.1.4. Glosario de términos.....	17
1.2. MARCO CONTEXTUAL	19
1.2.1. Contexto Geográfico.....	19
1.2.2. Contexto General.....	21

CAPÍTULO II	28
2.1. DESARROLLO	28
2.1.1. Revisión de la Bibliografía y Documentación sobre Control de Calidad de Hormigones en Obra.....	28
2.1.2. Identificación de Problemas Relacionados al Tema.....	32
2.1.3. Diseño de Sistema de Control de Calidad de Hormigones en Obra.....	33
2.1.4. Encuesta a Profesionales y No Profesionales	33
2.2. DIAGNÓSTICO	35
2.3. PROPUESTA	37
2.4. CONCLUSIONES	39
2.5. RECOMENDACIONES	40
BIBLIOGRAFÍA	41

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa Geográfico de Bolivia	19
Figura 2 Mapa Geográfico del Departamento de Santa Cruz.....	20
Figura 3 Distribución distrital de Santa Cruz de la Sierra.....	20
Figura 4 Cartera para construcción en Santa Cruz	22
Figura 5 Migración interna interdepartamental 2012.....	22

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tabla de análisis sobre guía de supervisión de obras	15
Tabla 2	Tabla de análisis sobre norma boliviana de hormigón estructural	16
Tabla 3	Ensayos para agregados.....	28
Tabla 4	Resultados de la encuesta a profesionales y no profesionales.....	34

RESUMEN EJECUTIVO

En la presente monografía se aborda la problemática del control de calidad del hormigón en obras de construcción en Santa Cruz de la Sierra. La falla en la implementación de estos controles puede llevar a comprometer la integridad de las personas y de las estructuras, es por ello que la importancia de un buen control de calidad en la construcción reside en que estos controles garantizan la seguridad y durabilidad de las estructuras.

En Santa Cruz de la Sierra, a pesar de la creciente actividad constructora, se observan fallas en la ejecución de obras debido a la falta de controles de calidad adecuados, especialmente en el hormigón.

El objetivo general es identificar y proponer una metodología para el control de calidad del hormigón en obras de construcción de Santa Cruz de la Sierra. Los objetivos específicos incluyen revisar bibliografía y documentación de la empresa Insepe acerca de controles de calidad del hormigón aplicados, identificar problemas comunes sobre la falta de implementación de controles de calidad del hormigón, encuestar a profesionales y no profesionales sobre la aceptación de un sistema de control de calidad y elaborar una guía metodológica para mejorar la calidad de las construcciones.

Se empleó una investigación aplicada con diseño descriptivo, utilizando métodos teóricos como el análisis documental y analítico. Las técnicas incluyen análisis documental, relevamiento de información y encuestas. Se recopiló información de la empresa INSEPE y bibliografía especializada.

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

Bolivia es considerada como un país en desarrollo por lo que la actividad en la construcción incrementa cada año, las construcciones son importantes para el desarrollo de un país, tanto construcciones públicas como privadas generan flujo económico a nuestro país, pero, existe una problemática muy común en la ejecución de las obras de construcción que es, un mal control de calidad general de la construcción.

El mal control de calidad de las obras de construcción pone en riesgo la vida de personas, la economía de los propietarios de las construcciones y de la empresa constructora. Un mal control de calidad de una obra de construcción afecta a la misma en la durabilidad de la estructura, la resistencia de la estructura a cargas a las que es sometida, se incrementan los costos de mantenimiento, entre otros factores.

Un mal control de calidad del hormigón en una obra de construcción significa para la estructura, menor trabajabilidad, menor durabilidad, baja resistencia de la estructura a cargas, fisuramientos tempranos e inadmisibles, incrementa el costo de la obra. El control de calidad del hormigón es de vital importancia para todo tipo de obras de construcción ya que de esta dependerá la vida útil de la estructura y este control muchas veces no es llevado a cabo adecuadamente.

Según Aguirre (2023), Santa Cruz de la Sierra es el departamento con mayor actividad en el área de la construcción, pero se observan fallas en la ejecución de las actividades que se desarrollan en la construcción, generalmente estas fallas se evidencian en la falta de control de calidad de los hormigones, lo que deriva en una mala calidad general de toda la obra, cada vez este problema es más recurrente debido a la falta de conocimientos acerca del tema o de la falta de experiencia acerca del mismo.

Con el desarrollo del presente trabajo se pretende ampliar el conocimiento a profesionales sobre los controles de calidad de hormigones y que la metodología propuesta sirva de guía para

aquellas personas que deseen implementarla en sus construcciones y así mejorar la calidad de sus proyectos.

2. JUSTIFICACIÓN

La importancia de implementar controles de calidad en proyectos de construcción reside en que podría comprometerse la vida de personas, economía, tanto de empresas como de propietarios. Por lo que la falta de experiencia y en algunos casos la falta de información sobre adecuados controles de calidad llega a ser un factor de riesgo en la construcción de una obra.

El presente trabajo de investigación beneficiara principalmente a profesionales del área ampliando sus conocimientos acerca del correcto control de calidad del hormigón para obras de construcción, beneficiando de igual manera a los propietarios de las construcciones ya que gozaran de una infraestructura bien ejecutada y que no presentara problemas a corto plazo.

Con la propuesta de la metodología se espera que profesionales vinculados a la construcción, empresas y toda persona que desempeñe trabajos en el rubro de la construcción, puedan implementar la metodología en sus proyectos, mejorando la calidad de sus construcciones, asegurando la integridad de las personas y de la estructura.

La base de datos que se utilizara para el desarrollo del trabajo, serán de trabajos realizados por la empresa INSEPE de Santa Cruz de la Sierra y bibliografía especializada sobre hormigones y gerenciamiento de la construcción.

3. SITUACIÓN PROBLÉMICA

Actualmente el sector de la construcción se encuentra en constante crecimiento, lo que significa para el país mayores ingresos, pero en los últimos años se ha evidenciado que en ciertos tipos de construcciones no se cumplen normativas que aseguran la calidad y sobre todo la seguridad de las construcciones. Es muy común que en construcciones tradicionales no se implementen

controles de calidad, algunas veces debido a la falta de información o falta de experiencia sobre estos controles.

Santa Cruz de la Sierra es el departamento con mayor actividad constructora en el país, por lo que se ha podido observar que, en construcciones realizadas en la ciudad, la falta de implementación de controles de calidad del hormigón es evidente, lo que podría derivar a reducir el tiempo útil o de vida de las construcciones, la falta de una metodología fácil de entender es lo que lleva a que personas que trabajan en esta área no implementen estos controles de calidad.

Uno de los problemas más comunes debido a la falta de control de calidad del hormigón es la mala elección de los agregados, esto principalmente se debe a que los constructores no realizan ensayos de laboratorios para determinar la calidad de los materiales, lo que deslaza en seleccionar un material que no cumplirá con estándares mínimos. Otro problema común es el no diseñar una dosificación, se acostumbra a trabajar con principios empíricos, esto da como resultado una baja resistencia del hormigón para los elementos estructurales y un revenimiento incorrecto; Es también un problema frecuente el mal curado de los elementos estructurales.

4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN O PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Cuáles son los principales problemas asociados con la falta de control de calidad del hormigón en obra y qué actividades son fundamentales para incorporar en una metodología, para mejorar el control de calidad del hormigón en obras de construcción en Santa Cruz?

5. OBJETIVO GENERAL

Identificación y propuesta de metodología para el control de calidad del hormigón en obras de construcción de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, para mejorar la calidad y seguridad de las construcciones en la ciudad de Santa Cruz.

6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una revisión bibliográfica de investigaciones existentes a nivel nacional e internacional y de la documentación de la empresa Insepe relacionadas con el control de calidad del hormigón en obras civiles, con el fin de recopilar información relevante sobre metodologías y mejores prácticas en la materia.
- Identificar los principales problemas derivados de la falta de control de calidad del hormigón en obras civiles en el contexto internacional, nacional y dentro de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.
- Diseñar y aplicar una encuesta Google forms, dirigida a profesionales del área de la construcción en Santa Cruz de la Sierra, con el objetivo de evaluar la aceptación y viabilidad de una metodología para mejorar el control de calidad del hormigón en obras civiles.
- Proponer una metodología específica para mejorar el control de calidad del hormigón en obras civiles en Santa Cruz de la Sierra, basada en la revisión bibliográfica, el análisis de trabajos realizados por la empresa Insepe y los resultados de la encuesta.

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. Diseño General de la Investigación

- a) Tipo de Investigación, El tipo de investigación implementada en la presente monografía es la investigación aplicada ya que se busca identificar problemas relacionados al mal control de los hormigones en obra y proponer un sistema de control de calidad del hormigón en obra.
- b) Tipo de Diseño de Investigación, El diseño implementado es el diseño descriptivo ya que de la bibliografía y diferentes fuentes de información se identificarán problemas en el control de calidad del hormigón y de la misma forma se identificarán posibles soluciones a la problemática.

7.2. Métodos de Investigación

Se utilizaron dos métodos de investigación teóricos, los cuales permitieron encaminar la recopilación de información y analizarla de manera correcta.

- a) Análisis documental, este método permitió profundizar la teoría ya existente sobre el tema, de la bibliografía analizada se extrajeron conceptos y experiencias de diversas investigaciones.
- b) Método analítico, este método se implementó para facilitar la redacción de la presente monografía y llevar temas muy específicos a generales, con el fin de mejorar su entendimiento.

Se implementaron tres técnicas de investigación que ayudaron a clasificar la información de la mejor manera para facilitar la interpretación de la información recopilada

- a) Análisis documental, esta técnica fue utilizada para revisar cada uno de los documentos y bibliografía sobre control de calidad y hormigones en obras de construcción.
- b) Relevamiento de información, esta técnica ayudó a analizar las actividades y operaciones que se realizaron en obras de la empresa Insepe para poder así determinar los procesos que optimizan el trabajo de la empresa y que nos servirán para utilizar en la presente monografía.
- c) Encuesta, con la encuesta se pudo determinar la experiencia de personas profesionales y no profesionales sobre el control de calidad en obra del hormigón y su conformidad en implementar el control de calidad de hormigones en sus proyectos.

7.3. -Instrumentos de Investigación

Se utilizaron instrumentos cualitativos para recopilar y analizar información de distintas fuentes.

Revisión documental.- con este instrumento se recopiló información bibliográfica, documental de investigaciones, de libros académicos y de trabajos realizados en la empresa Insepe.

7.4. Procedimientos de Investigación

Se utilizó la comprobación y la revisión como procedimiento de investigación para verificar información obtenida de la bibliografía y de documentación de trabajos de la empresa Insepe.

8. POBLACIÓN Y MUESTRA

8.1. Población

La población determinada para la presente monografía fueron documentación de proyectos realizados por la empresa Insepe en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

8.2. Muestra

La muestra se delimito en base al alcance de la empresa Insepe, tomando como fuente de información un trabajo que cumplía con las exigencias sobre controles de calidad realizadas por la empresa.

El tipo de muestreo implementado es del tipo no probabilístico, ya que la elección de la muestra se basó en el criterio racional.

El tipo de muestreo seleccionado fue el intencional o por criterio, ya que en base al criterio, experiencia y conocimiento se definió la población de la presente monografía.

CAPÍTULO I

1.1. MARCO TEÓRICO

1.1.1. Antecedentes de la Investigación

De la revisión de información acerca de investigaciones relacionadas a la presente monografía, se seleccionaron tres investigaciones que complementarán y ayudarán con el desarrollo de la investigación.

➤ **Sistemas de Aseguramiento de la Calidad en la Construcción (2008)**

El objetivo de la investigación fue el de proponer conceptos y herramientas para diseñar e implementar un sistema de gestión de la calidad bajo los parámetros de la ISO 9001:2000 para una empresa del sector construcción.

Se concluyó que, si bien la implementación de un sistema de calidad para obras de construcción conlleva gastos adicionales, el resultado de su implementación fundamentan los costos, los gastos generados en capacitación, material y herramientas no son muy elevados, se debe mantener al personal siempre capacitado para que cada proceso que compone el sistema de calidad sea ejecutado de manera exitosa.

Además, existe un gasto extra que componen la contratación de profesionales capacitados para supervisar la correcta ejecución del sistema de calidad, para que un sistema de calidad sea correctamente aplicado deben de participar toda el área gerencial de la empresa, ya que sin su participación sería imposible ejecutar adecuadamente el sistema de calidad.

La investigación incentivó a empresas y profesionales que realizan trabajos en la construcción a proponer e implementar un sistema de calidad para sus obras y proyectos. Con la implementación del sistema de calidad también se beneficiaron los clientes con la conformidad de los trabajos realizados por parte de las empresas. (Alfaro Felix, 2008)

➤ **Diseño de un Sistema de Gestión de Calidad para Obras de Construcción de Viviendas Sociales (2013)**

El objetivo de la investigación era el de diseñar un Sistema de Gestión de Calidad, para obras de construcción de viviendas durante la etapa de desarrollo, ejecución del proyecto y su culminación.

La implementación de un sistema de calidad en la ejecución de obras de edificación garantiza la calidad para los usuarios, se genera competitividad para la empresa, se menciona de igual manera que cada empresa debe de diseñar su propio sistema de calidad en relación al tamaño, organización, técnicas constructivas y recurso humano.

Para que un sistema de calidad sea bien implementado debe de haber comunicación constante entre especialistas y el personal en general para resolver conflictos que se presenten en el transcurso de la ejecución del proyecto y no modificar el sistema de calidad debido a estas problemáticas, el control de calidad no debe limitarse a inspecciones finales, sino debe integrarse a lo largo de todo el proceso constructivo.

El aporte de la investigación fue el de diseñar un sistema de calidad que pueda ser implementado en la construcción de viviendas sociales, esta propuesta sirvió para que profesionales y empresas que se encontraban desempeñando labores en el área publica incrementen sus conocimientos acerca de los sistemas de calidad para obras de construcción, ya que es importante que el producto final cumpla con estándares mínimos de calidad. (Avilés Marambio, 2013)

➤ **Generación de Base de Datos sobre Patologías en Estructuras de Hormigón (2021)**

El objetivo de la investigación era el de generar una base de datos de patologías en estructuras de hormigón por medio de revisiones bibliográficas e inspecciones en campo para poder identificar la patología que se presenta y darle un tratamiento adecuado.

En el proceso de recopilación de información se evidenció que la información sobre el tema se encuentra dispersa, por lo que para la realización de la investigación se extrajo la información más importante para complementar el marco teórico de la investigación, se generó una base de datos en Notion para facilitar su acceso, revisión y comprensión.

En la base de datos se incluyeron características de cada patología, fuentes de información, imágenes, videos, equipos de medición, técnicas de reconocimiento y tratamientos; también se menciona la utilidad de relacionar esta base de datos con otras sobre patologías en diferentes materiales estructurales. Se implemento la base de datos generada en campo para determinar el tipo de patología que presentaba la estructura.

En la generación de la base de datos se evidencio que la mayoría de las patologías se encuentran en elementos estructurales, mientras que una minoría está presente en elementos no estructurales.

La investigación aporta con conocimientos acerca de los tipos de problemas que se generan durante la ejecución obras de construcción relacionadas al hormigonado, curado, diseño, encofrado. (Cordero Cordero, 2021)

1.1.2. Bases Teóricas

La recopilación bibliográfica para las bases teóricas, se desarrolló en base a documentos internacionales especializados en temas de supervisión de obras y de control de calidad de hormigones.

➤ Supervisión de Obras (2009)

La supervisión de obras civiles es la actividad que verifica, controla y evalúa la ejecución de las obras de construcción, basándose en los requerimientos y especificaciones que se aprobaron en el contrato o licitación. (Secretaría de Obras y Servicios de la CDMX, 2009)

a) Supervisor de Obras

La supervisión de obras queda a cargo del supervisor, el cual debe tener cualidades técnicas, experiencia práctica, carácter y ética para aprobar, orientar y exigir al contratista el cumplimiento de la calidad, el costo y el tiempo de ejecución especificado en el contrato.

La responsabilidad del Supervisor de Obra es el de hacer cumplir a cabalidad los servicios prestador en el contrato, debe cumplir su trabajo con idoneidad, ética, profesionalismo y honestidad, respetando los derechos de todo profesional o técnico involucrado en el desarrollo de su trabajo, también debe asumir la responsabilidad técnica total sobre la documentación inherente a sus funciones y la responsabilidad civil sobre acciones que causen daños a terceros o sobre delitos tipificados en el Código Penal.

El supervisor de obras debe de realizar las siguientes funciones:

- Revisar el proyecto ejecutivo, las especificaciones, los procedimientos constructivos y los términos de referencia de la obra.
- Verificar la calidad, cantidad y oportunidad de los materiales, equipos y mano de obra empleados en la obra.
- Controlar el avance físico y financiero de la obra, así como elaborar reportes, estimaciones, dictámenes y convenios.
- Coordinar, orientar y evaluar al personal a su cargo, así como al contratista y al laboratorio de control de calidad.
- Cumplir con la normatividad, legislación y lineamientos aplicables a la obra, así como con la ética y moral profesionales.

b) Libro de Bitácora

El libro de bitácora es un tipo de libro documental que permite durante el desarrollo y ejecución, aprobar o rechazar los cambios o modificaciones que se

generan en la etapa de ejecución, su formato es cronológico según el avance de la obra.

El libro de bitácora debe de contener lo siguiente:

- La bitácora de obra debe numerarse progresivamente y fecharse. En la primera entrada, se deben registrar datos específicos del contrato, como el número, objeto, monto, plazo de ejecución, fecha de inicio y terminación, además de los nombres y atribuciones del personal responsable.
- Se deben detallar las condiciones de la obra, como la disponibilidad de inmuebles y las indicaciones sobre almacenamiento de materiales, así como las medidas de seguridad contra incendios y para proteger la integridad de los trabajadores.
- Se debe mantener un registro diario de los insumos utilizados en la obra, incluyendo materiales, mano de obra y maquinaria, con verificación de la supervisión para asegurar la calidad y correspondencia con lo ofertado en la licitación.
- Se deben incluir los procedimientos de construcción y control de calidad implementados, así como descripciones detalladas de los avances y detalles de los trabajos realizados.
- Se deben registrar incidentes o accidentes ocurridos durante la ejecución de la obra, junto con observaciones e instrucciones especiales de los responsables del proyecto.
- Se debe hacer un seguimiento mensual de las estimaciones por los trabajos realizados, acompañadas de la documentación necesaria para su pago, de acuerdo con la normatividad aplicable.
- Se debe anotar cualquier suspensión temporal de la obra, indicando los motivos y razones, así como los atrasos en la ejecución de los trabajos y las reprogramaciones autorizadas.

- Se debe registrar el inicio del proceso de rescisión administrativa del contrato, si fuera necesario, y cualquier convenio modificatorio, detallando las características y reprogramaciones derivadas.
- Se deben justificar y registrar cualquier cambio en el proyecto que no sea sustancial, así como las variaciones en los volúmenes de obra y los precios unitarios.
- Se debe considerar la estimación de finiquito de obra, asegurando la amortización total del anticipo otorgado al contratista y evitando estimaciones deductivas.
- Se deben registrar los detalles de la comunicación de terminación de los trabajos pactados contractualmente, así como la recepción de los mismos, con indicación de los servidores públicos y representantes involucrados.
- Se debe mantener la bitácora conforme a la normatividad vigente, asegurando la conservación de los documentos por un período de al menos cinco años después de la recepción total de la obra.

➤ **Control de Calidad en Obra (2004)**

La finalidad de llevar a cabo controles de calidad es el de verificar que los materiales, herramientas, equipos, personal, cumplan con las especificaciones técnicas del contrato. Para esta investigación solo nos centraremos en el control de calidad del hormigón. (Rivva Lopez, 2004)

En la colocación del hormigón se debe de realizar las siguientes actividades:

- Verificación del tiempo entre la fabricación del concreto y su colocación.
- Verificación de los accesos al sitio de colocación.
- Revisión del armado y dimensiones de la cimbra antes del colado.
- Aseguramiento de condiciones adecuadas en el sitio de colado.
- Medición del revenimiento del concreto.
- Control de la temperatura del concreto y del ambiente durante el colado.

- Inspección del diseño y preparaciones de la cimbra.
- Supervisión del proceso de colocación y compactación del concreto para evitar segregación del material.
- Aseguramiento de la resistencia de la cimbra y la disponibilidad y operatividad de equipos necesarios.
- Revisión de los elementos estructurales y del acero de refuerzo.
- Confirmación de la orden de colado firmada por el supervisor.
- Verificación del acabado superficial y protección y curado del concreto fresco.
- Inspección y reparación de superficies defectuosas.
- Toma de muestras de concreto para ensayos de resistencia a los 7 y 28 días.

1.1.3. Bases Legales

Las bases legales están compuestas por normativas que se rigen bajo entidades facultadas por el gobierno nacional, se presenta una guía de supervisión de obras para identificar aspectos relacionados al tema que son importantes a tomar en cuenta para obras de Bolivia, también se presenta la norma boliviana de hormigón armado para identificar que aspectos influyen en la calidad de las estructuras.

➤ **Guía de Supervisión de Obras (2016)**

La guía de supervisión de obras nace de la necesidad de mejorar la calidad de las obras publicas en nuestro país, esta guía optimiza los sistemas de administración y control de proyectos, incrementando la eficacia y eficiencia de la supervisión de obras. (Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, 2016)

La presente guía establece lineamientos a seguir para la Supervisión de Obras Civiles en Infraestructura Pública y Vivienda, que incluye diseñar construcciones nuevas, refacciones, remodelaciones, reparaciones y ampliaciones desarrolladas por las entidades públicas.

La guía de supervisión de obras se rige bajo las siguientes normativas del Estado Plurinacional de Bolivia

- Constitución Política del Estado, del 7 de febrero de 2009.
- Decreto Supremo 29894 de 7 de febrero de 2009, de la Estructura Organizativa del Órgano Ejecutivo del Estado Plurinacional.
- Ley N° 031, Ley Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Ibáñez”, del 19 de julio de 2010.
- Ley N° 482, Ley de Gobiernos Autónomos Municipales, del 9 de enero de 2014.
- Resolución Ministerial N° 097 de 13 de abril de 2016, aprobación de la “Guía de Supervisión de Obras”

Tabla 1 *Tabla de análisis sobre guía de supervisión de obras*

Guía de Supervisión de Obras	1.- Objetivo de la Guía <ul style="list-style-type: none"> • Establecer funciones y responsabilidades del supervisor de obras
	2.- Autoridad del Supervisor de Obra <ul style="list-style-type: none"> • Debe ejercer el control y seguimiento de la obra • Debe aplicar criterios profesionales para evaluar, modificar y aprobar aspectos de calidad y de avance en obra
	3.- Funciones del Supervisor de Obra <ul style="list-style-type: none"> • Control del tiempo • Control de calidad • Control del presupuesto • Control de gabinete

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, 2016)

➤ **Norma Boliviana de Hormigón Estructural NB1225001**

En la Norma Boliviana de Hormigón Estructural se hace mención a factores que deben ser tomados en cuenta para la adecuada implementación del hormigón (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, 2022).

Tabla 2 *Tabla de análisis sobre norma boliviana de hormigón estructural*

Norma Boliviana de Hormigón Estructural NB1225001	1.- Información sobre el diseño <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de hormigón • Resistencia de diseño • Materiales • Detalles de la mezcla
	2.- Ensayos de Aceptación <ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de resistencia a la compresión
	3.- Inspección <ul style="list-style-type: none"> • Inspección realizada por profesional especializado en el tema • Retener las muestras por al menos dos años

Fuente: (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad, 2022)

Como se observa en el cuadro, se recomienda realizar cada una de las siguientes actividades para asegurar la calidad de las estructuras, aun después de terminada la construcción.

1.1.4. Glosario de términos

En el glosario se mencionan los términos más importantes relacionados a la tecnología del hormigón, control de calidad en obra del hormigón y mezclas de hormigones, se utilizaron como fuente de información documentos internacionales especializados en hormigones y en supervisión de obras

Hormigón o Concreto: Material compuesto por una mezcla de cemento Portland, agua, agregados (grava y arena) y otros aditivos o adiciones, que con el tiempo se endurece para formar una estructura sólida y resistente. (Sanchez de Guzman, 2001)

Mezcla de Hormigón: Combinación de los diferentes componentes del hormigón, incluyendo cemento, agua, áridos y aditivos, en proporciones específicas para obtener las características deseadas en términos de resistencia, trabajabilidad y durabilidad. (H. Kosmatka, Kerkhoff, C. Panarese, & Tanesi, 2004)

Fraguado del Hormigón: Proceso en el cual la mezcla de hormigón comienza a endurecerse, pasando de un estado plástico a uno sólido, debido a la reacción química entre el cemento y el agua. (H. Kosmatka, Kerkhoff, C. Panarese, & Tanesi, 2004)

Dosificación: Proceso de determinar las proporciones adecuadas de los materiales constituyentes del hormigón (cemento, agua, áridos y aditivos) para obtener las características deseadas en términos de resistencia y trabajabilidad. (Sanchez de Guzman, 2001)

Revenimiento o Asentamiento de la Mezcla: Medida de la fluidez o consistencia del hormigón fresco, determinada por la diferencia en altura entre la parte superior del cono de Abrams y la altura inicial de la mezcla cuando se la compacta. (Sanchez de Guzman, 2001)

Encofrado: Estructura temporal utilizada para contener y dar forma al hormigón fresco hasta que endurezca lo suficiente como para sostenerse por sí mismo. (Rivva L., 2006)

Vibrado del Hormigón: Proceso de compactación del hormigón fresco mediante la aplicación de vibraciones mecánicas, con el fin de eliminar burbujas de aire y garantizar la adherencia adecuada entre las partículas de agregado. (Sanchez de Guzman, 2001)

Curado: Proceso de mantenimiento del hormigón recién colocado húmedo y a una temperatura adecuada durante un período de tiempo específico para asegurar una hidratación adecuada del cemento y un desarrollo óptimo de las propiedades del hormigón endurecido. (Rivva Lopez, 2004)

Contenido de Humedad de los Agregados: Cantidad de agua presente en los áridos antes de ser incorporados en la mezcla de hormigón, medida como un porcentaje del peso del agregado seco. (Rivva Lopez, 2004)

Granulometría de los Agregados: Distribución de los tamaños de las partículas en una muestra de áridos, determinada por el porcentaje de peso retenido en cada tamiz estándar. (Sanchez de Guzman, 2001)

Peso Específico de los Agregados: Masa por unidad de volumen de los áridos, determinada dividiendo el peso de la muestra de áridos por su volumen aparente. (H. Kosmatka, Kerkhoff, C. Panarese, & Tanesi, 2004)

Peso Unitario de los Agregados: Peso por unidad de volumen de los áridos, calculado dividiendo el peso de la muestra de áridos por su volumen real, que incluye los espacios vacíos entre las partículas. (H. Kosmatka, Kerkhoff, C. Panarese, & Tanesi, 2004)

Ensayo a Compresión de Probetas Normalizadas de Hormigón: Prueba realizada en muestras de hormigón endurecido para determinar su resistencia a la compresión, aplicando fuerzas graduales hasta que la muestra falle. Los resultados se utilizan para evaluar la calidad del hormigón y verificar su conformidad con las especificaciones. (Zabaleta G., 1988)

1.2. MARCO CONTEXTUAL

1.2.1. Contexto Geográfico

Santa Cruz de la Sierra es una ciudad situada en la zona de los llanos orientales de Bolivia, Santa Cruz se ubica en la zona este de Bolivia. Su superficie cubre un área aproximada de 325.6 km², tiene una elevación de 416 m s. n. m., con coordenadas 17°47'21"S 63°11'51"O, es la ciudad con mayor población del país.

Figura 1 Mapa Geográfico de Bolivia



Fuente: (Wikipedia, 2024)

La ciudad de Santa Cruz de la Sierra corresponde al municipio Andres Ibañez, este se encuentra ubicada en la zona oeste del departamento de Santa Cruz

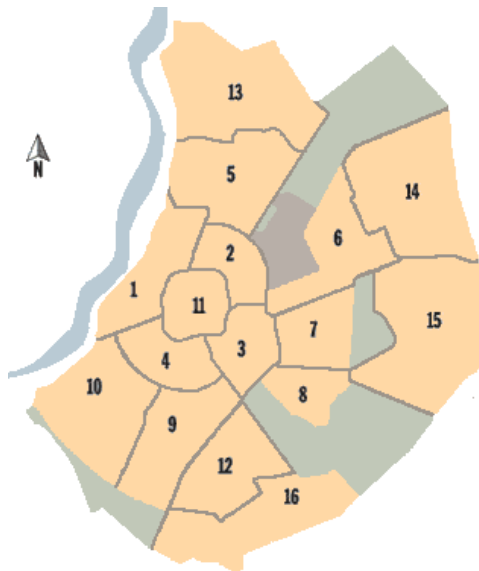
Figura 2 Mapa Geográfico del Departamento de Santa Cruz



Fuente: (Wikipedia, 2024)

El municipio de Santa Cruz de la Sierra es la sección capital de la provincia Andrés Ibáñez del departamento de Santa Cruz y está conformado por 15 distritos municipales.

Figura 3 Distribución distrital de Santa Cruz de la Sierra



Fuente: (UPSA soy yo, 2024)

1.2.2. Contexto General

La población para la presente investigación se delimito según dos aspectos, el aspecto social y el aspecto tecnológico principalmente con personas vinculadas a la construcción, profesionales, empresas constructoras.

➤ Aspecto Social

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) el año 2023 Santa Cruz de la Sierra alcanzó un crecimiento poblacional de casi 5%, superando así los datos que el INE tenía previsto para ese año en un 15% (Quiroz Terán, 2023). Debido al crecimiento poblacional de Santa Cruz, el área metropolitana se desplaza hacia nuevas zonas, donde los nuevos habitantes construyen casas para poder habitarlas, al incrementar la actividad constructora es necesario asegurar de que las nuevas construcciones cumplan con ciertos requerimientos técnicos para evitar problemas constructivos a corto plazo.

Según CADECOCRUZ (2024) la construcción en la ciudad de Santa Cruz se posiciono como una de las principales actividades económicas en el departamento, desde el año 2014 hasta el año 2017 la tendencia se vio incrementada debido a la demanda de nuevos ciudadanos.

La ASFI de igual forma determino que entre los años 2014 al año 2017 en Santa Cruz hubo un gran incremento en la cartera para construcción, vivienda y viviendas sociales, lo que indica que muchos usuarios accedieron a créditos bancarios o a créditos de vivienda social para construir sus casas.

Figura 4 Cartera para construcción en Santa Cruz

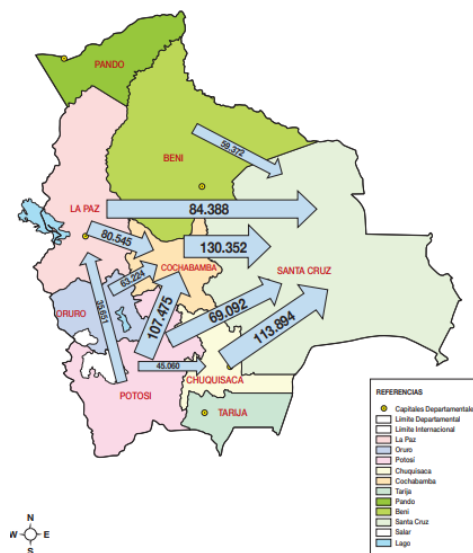


Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ASFI.

Fuente: (CADECOCRUZ, 2024)

Según el análisis realizado por la Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas (2018) sobre el censo del año 2012, Santa Cruz de la Sierra es el departamento que recibe mayor número de inmigrantes interdepartamentales, la situación económica y problemas sociales de estos inmigrantes son las razones por la cual se desplazan hacia otras ciudades, en este caso hacia la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, buscando nuevas oportunidades y mejores condiciones para sus familias.

Figura 5 Migración interna interdepartamental 2012



Fuente: (Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas, 2018)

➤ **Aspecto Tecnológico**

Dentro del ámbito de la construcción existe una rama llamada tecnología de los hormigones que se encarga de estudiar las características, modificaciones, manipulación de los hormigones. Cada año nuevos avances tecnológicos son descubiertos, buscando mejorar la calidad de las construcciones.

El control de calidad de las mezclas de hormigón y su colocación en obras de construcción han experimentado avances significativos en términos tecnológicos en las últimas décadas. Estos avances se centran en mejorar la precisión, la eficiencia y la seguridad en todo el proceso de producción y colocación del hormigón.

Sanchez de Guzman (2001) define al concreto u hormigon como la mezcla de un material aglutinante (Cemento Portland Hidráulico), agregados, agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse forman una piedra artificial y después de cierto tiempo tiene la capacidad de soportar esfuerzos de compresión. El concreto ofrece, como las piedras naturales, una alta resistencia a los esfuerzos de compresión y baja resistencia a la tracción. Las propiedades y características del concreto se estudian con el fin de determinar el diseño de mezcla adecuado (dosificación de la mezcla) para las condiciones especificadas del proyecto.

El control de calidad de las mezclas de hormigón y su colocación en obras de construcción ha evolucionado significativamente para garantizar una mayor precisión, eficiencia y seguridad en todo el proceso de producción hasta la finalización de la obra. Estas tecnologías ayudan a garantizar la calidad del hormigón y la integridad estructural de las construcciones, contribuyendo así a la durabilidad de las construcciones.

La calidad del hormigón influye directamente en la resistencia, durabilidad y estabilidad de las edificaciones, por lo que su control riguroso es fundamental para garantizar el éxito de un proyecto.

Cada año nuevas investigaciones acerca de nuevos tipos de hormigones son publicadas en el medio académico global, por lo que la formulación del hormigón ha experimentado avances significativos en las últimas décadas, lo que ha llevado al desarrollo de mezclas más duraderas, resistentes y sostenibles.

Los avances en la tecnología de aditivos y adiciones han permitido la creación de hormigones de alto rendimiento que cumplen con los estándares más exigentes de calidad y resistencia. Uno de los desarrollos más importantes es el uso de adiciones minerales como el sílice activo y cenizas.

También hoy en día se ha demostrado que la incorporación de fibras en el hormigón es una estrategia efectiva para mejorar su resistencia a la tracción y la flexión, así como para controlar la fisuración. Las fibras de acero, polipropileno y vidrio son algunas de las fibras investigadas.

Otro avance tecnológico son los medios electrónicos colaborativos como lo son los sistemas de gestión de datos, estos nos permiten visualizar en tiempo real el avance de obra, observaciones que se realizan en obra sobre las estructuras, estos sistemas permiten el trabajo conjunto con otros ingenieros, arquitectos, profesionales y constructores.

En Bolivia aun no es muy común hacer uso de esta tecnología, es mucho más común encontrar reportes hechos en planillas físicas, esta metodología de trabajo no es mala, pero, puede optimizarse haciendo uso de softwares especializados.

Hoy en día existen distintas formas de compactar la mezcla de hormigón, pero existe una novedosa forma que es el hormigón autocompactado, para el uso de este tipo de mezcla se necesitan conocimientos sobre tecnología del hormigón ya que los ensayos que se realizan para su control son muy distintos con respecto al hormigón tradicional, este método ahorra tiempo en su colocación, pero debe de diseñarse por profesionales con conocimientos acerca del mismo.

Para el control del curado existen distintas formas de controlarse y al igual que las mezclas de hormigón, cada año nuevos métodos son publicados, métodos como como mantas térmicas, sistemas de vapor y sistemas de humidificación son los más novedosos en el mundo y los empleados debido a la ventaja que representan. Estos sistemas aseguran que el hormigón alcance su resistencia y durabilidad máximas, minimizando el riesgo de fisuración y otros defectos.

Podemos decir que, la integración de tecnologías avanzadas en el control de calidad del hormigón en obra es fundamental para garantizar la seguridad, durabilidad y eficiencia de las construcciones modernas. Estos avances no solo mejoran la calidad del producto final, sino que también optimizan los procesos de construcción y reducen el impacto ambiental de la industria de la construcción.

Para la presente investigación se implementarán metodologías tradicionales, debido a la dificultad que representa el acceso a las tecnologías mencionadas en nuestro país, las metodologías tradicionales no representan ningún inconveniente en la seguridad de las obras, la desventaja es que toman más tiempo su implementación.

➤ **Aspecto Constructivo**

El hormigón es uno de los utilizados en la construcción, ofreciendo una amplia gama de posibilidades en la creación de estructuras. Desde viviendas hasta puentes, el hormigón se ha convertido en un elemento importante para la construcción, en especial en nuestro país donde la mayoría de las construcciones se realizan de hormigón.

Para los edificios, el hormigón es el principal material de construcción, se utiliza ampliamente debido a su capacidad para soportar cargas verticales y resistir fuerzas sísmicas y de viento.

El control de calidad del hormigón es crucial para garantizar la integridad estructural y la seguridad de las edificaciones. Durante la fase de construcción, se deben realizar

pruebas de resistencia, compresión y flexión del hormigón para verificar que cumple con los estándares de resistencia y durabilidad. es igual de importante, asegurar una colocación adecuada del hormigón y un curado controlado para evitar la formación de fisuras y garantizar una adecuada adherencia entre los diferentes elementos estructurales.

Para vías de transporte como las carreteras o avenidas, el hormigón es de vital importancia ya que en muchos elementos que componen estas vías como puentes, viaductos y túneles se utiliza el hormigón como materia prima. Estas estructuras deben soportar cargas dinámicas y dilataciones por temperatura.

El control de calidad del hormigón en estas infraestructuras es fundamental para garantizar su durabilidad y seguridad a largo plazo, ya que la construcción de estos tipos de estructuras puede comprometer la seguridad de muchas personas, para llevar a cabo un buen control se deben realizar pruebas de resistencia a la compresión y un control controlado del curado, debido a la exposición al interperismo. Además, es importante aplicar técnicas de impermeabilización y protección contra la corrosión para evitar daños por infiltración de agua y ataques químicos.

Para las obras hidráulicas, como presas, embalses y canales el hormigón es de vital importancia ya que, en su mayor parte o total, están compuestas por hormigón, estas estructuras están diseñadas para regular el flujo de agua y almacenar recursos hídricos. El hormigón es el material preferido para la construcción de estas obras debido a su resistencia a la erosión y su capacidad para resistir las presiones hidrostáticas.

En obras hidráulicas, el control de calidad del hormigón es esencial para garantizar su estabilidad estructural y evitar fugas. Se deben realizar pruebas de permeabilidad para verificar la hermeticidad del hormigón y evitar fugas de agua, también es importante controlar la calidad del encofrado y la colocación del hormigón para prevenir la formación de juntas frías y garantizar una superficie uniforme y resistente a la erosión.

En viviendas, el hormigón es utilizado en muchos elementos, como las cimentaciones y muros de contención hasta losas y muros cortantes. El control de calidad del hormigón es crucial para garantizar la seguridad de las estructuras y de las personas.

Durante la construcción de las edificaciones se deben controlar la calidad de la mezcla, el curado del hormigón y realizar pruebas de resistencia a compresión del hormigón, sin un buen control sobre estos aspectos se pueden comprometer la estabilidad y durabilidad de la estructura.

CAPÍTULO II

2.1. DESARROLLO

2.1.1. Revisión de la Bibliografía y Documentación sobre Control de Calidad de Hormigones en Obra

De la bibliografía existente se revisaron cuatro bibliografías relacionadas al tema de investigación para extraer información clave para el desarrollo del trabajo.

➤ Control del Concreto en Obra

De la bibliografía obtenida para el presente trabajo Rivva Lopez (2004) indica que los controles de hormigón en obra por lo general son la revisión del armado de los encofrados, verificación de la correcta implementación de la dosificación del hormigón, revisión del revenimiento de la mezcla, elaboración de probetas cilíndricas de hormigón para verificación de la resistencia a la compresión a los 7, 14, 21 y 28 días, control del curado y reparación de superficies defectuosas.

Rivva Lopez investigó a fondo las propiedades de los hormigones y los problemas que se presentan en la elaboración del mismo en obra y definió un proceso de control para los hormigones en obra, esto con el fin de mejorar la calidad de las construcciones y asegurar la vida útil de las estructuras.

Para el control de calidad de los materiales se recomienda realizar los siguientes ensayos de laboratorio

Tabla 3 Ensayos para agregados

Descripción	Normativa
Extracción y preparación de muestras	
Granulometría	ASTM C 136
Peso específico agregado grueso	ASTM C 127
Peso específico agregado fino	ASTM C 128

Peso unitario	ASTM C 29
Absorción agregado grueso	ASTM C 127
Absorción agregado fino	ASTM C 128
Contenido de humedad	ASTM C 70
Partículas deleznable	ASTM C 142
Impurezas orgánicas	ASTM C 140
Sustancias deletéreas	ASTM C 117
Dureza	ASTM C 235

Fuente: (Rivva Lopez, 2004)

La dosificación del hormigón se diseña en base al tipo de elemento estructural, el asentamiento o revenimiento requerido, este diseño debe ser realizado con los materiales ya seleccionados y que cumplan con los requerimientos para la obra, la normativa para dosificar más utilizada en nuestro país es la ACI 211.1.

El control del revenimiento se debe de realizar con el cono de Abrams siguiendo la normativa ASTM C 143 que indica que se debe de compactar la mezcla en el cono según la fluidez que esta tenga, por lo general son tres capas de 25 golpes.

Se deben elaborar probetas cilíndricas de hormigón bajo la normativa ASTM C 31 que indica que se debe de implementar un molde de 15cmx30cm y la compactación del hormigón se debe de realizar en tres capas de 25 golpes cada una, la cantidad de probetas irán de acuerdo al criterio del profesional pero se recomienda que se elaboren probetas para las edades de 7, 14, 21 y 28 días.

El control de curado se hace debido a las condiciones climáticas y exposición a la interperie de la estructura, en el caso de Santa Cruz de la Sierra se recomienda rociar con agua dos veces al día, especialmente durante aquellas horas donde la estructura queda completamente expuesta al sol, este curado debe realizarse recomendablemente hasta los 21 días. (Rivva Lopez, 2004)

➤ **Sistemas de Aseguramiento de la Calidad en la Construcción**

Alfaro Felix (2008) desarrollo e implemento un sistema de gestion de calidad en construcciones, el indica que es importante capacitar a los capataces, supervisores y fiscales acerca de la metodologia que se debe de implementar, cada empresa debe elaborar su propia metodologia en base a sus requerimientos, alcances ya que abarcar mucho en algunos casos no es la mejor idea.

Alfaro Felix desarrollo un sistema que constaba en la elaboracion de reportes diarios acerca de observaciones hechas por los encargados de cada actividad esto con el fin de dar solucion lo antes posible a los problemas observados y con ello asegurar la calidad de la construccion, para los hormigones su sistema consistia en implementar una correcta dosificacion, verificar el revenimiento de las mezclas, elaborar probetas cilindricas de hormigon armado, trabajos de laboratorio, revisar la calidad de los encofrados y reportar cada una de estas actividades.

Con este sistema el concluye que si bien el tiempo e inversion se ven incrementadas, los resultados son mas favorables con la implementacion de un sistema de calidad. (Alfaro Felix, 2008)

Alfaro Felix (2008) en su sistema implemento los siguientes controles en obra para el hormigon

- Construcción de Elementos de Concreto Armado
- Colocación del Encofrado
- Fabricación del Concreto
- Colocación del Concreto
- Curado del Concreto
- Ensayos de Concreto

➤ **Guia de Supervision de Obras**

El Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda (2016) publico la guia de supervision de obras donde se describen las obligaciones y conocimientos del supervisor de obras para desarrollar cada una de las actividades de forma exitosa.

entre estas actividades esta el control de calidad de los materiales y de los hormigones en obra, el supervisor de obras tendra que verificar la calidad de los materiales mediante ensayos de laboratorio, tendra que verificar el revenimiento de las mezclas, elaborar probetas cilindricas de hormigon, realizar ensayos a compresion de las probetas de hormigon, vigilar el curado del hormigon, entro otras actividades como el cumplimiento de los cronogramas planificados.

Esta guia es fundamental para entender que papel es el que desempeña el supervisor de obras en el pais. (Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda, 2016)

➤ **Revision de Documentacion de la Empresa Insepe**

La empresa Insepe hace algunos años comenzó a implementar un sistema para controlar la calidad de los hormigones en obra, este sistema empieza con la selección de los materiales, se realizan ensayos de laboratorio de cada uno para verificar ciertos parámetros, se elaboran las dosificaciones correspondientes según requerimientos del calculista.

En obra se controla que se cumpla con la implementación de la dosificación, se controlan los asentamientos o revenimientos del hormigón, se elaboran probetas de hormigón, se controla el curado de los elementos y se realizan las roturas de probetas para los ensayos de resistencia a compresión. Este sistema implementado en la empresa Insepe ha funcionado hasta la actualidad, reduciendo los riesgos y daños en la integridad de las estructuras.

Para poder implementar un sistema de calidad en sus obras y proyectos la empresa primero tiene que conocer las necesidades y especificaciones del cliente, en base a estos datos se define un alcance de trabajo donde se determinaran las fases con las que contará el proyecto, este alcance se hace conocer al cliente mediante una propuesta de trabajo.

En este trabajo no se adjuntarán propuestas de trabajo ya que es un documento confidencial, la empresa casi siempre implementa como necesidades básicas los ensayos de laboratorios para los materiales, el diseño de la dosificación según las especificaciones, controles en obras del revenimiento y por último la elaboración de probetas cilíndricas de hormigón.

2.1.2. Identificación de Problemas Relacionados al Tema

De la revisión de las bibliografías se identificaron los siguientes problemas ocasionados por el control en obra del hormigón.

- Resistencia insuficiente: Si no se controla adecuadamente la dosificación de los materiales o el proceso de mezcla, el hormigón puede no alcanzar la resistencia especificada en el diseño, lo que puede comprometer la seguridad y estabilidad de la estructura.
- Grietas y fisuras: La presencia de grietas y fisuras puede ser resultado de una mala colocación, compactación inadecuada o problemas en el curado del hormigón. Estas grietas pueden permitir la infiltración de agua y agentes agresivos, lo que puede acelerar la corrosión de las armaduras y reducir la vida útil de la estructura.
- Exfoliación y desprendimiento superficial: Si el hormigón no se coloca correctamente o si hay problemas durante el curado, pueden producirse problemas de exfoliación o desprendimiento superficial, donde capas delgadas de hormigón se desprenden de la superficie. Esto puede comprometer la resistencia y la apariencia estética de la estructura.
- Problemas de adherencia con las armaduras: Si no se limpian adecuadamente las armaduras o si hay presencia de agentes contaminantes en la superficie, puede haber

problemas de adherencia entre el hormigón y las armaduras, lo que disminuye la capacidad de la estructura para resistir cargas.

- Variabilidad en las propiedades del hormigón: La falta de control de calidad puede llevar a una variabilidad excesiva en las propiedades del hormigón, lo que dificulta la previsión del comportamiento estructural y puede aumentar el riesgo de fallos inesperados.
- Deterioro prematuro: La presencia de defectos en el hormigón debido a un control de calidad deficiente puede acelerar el proceso de deterioro de la estructura, lo que puede requerir reparaciones costosas o incluso la demolición y reconstrucción de partes de la obra.

2.1.3. Diseño de Sistema de Control de Calidad de Hormigones en Obra

Para el diseño de un sistema de control de calidad de hormigones en obra, primero se realizó una revisión bibliográfica para generar conocimientos acerca del tema y extraer información pertinente a la investigación, como segundo paso se revisaron trabajos realizados por la empresa Insepe donde se haya implementado un sistema de control de calidad de hormigones en obra.

Se seleccionó un único trabajo para extraer información acerca de la metodología de trabajo que la empresa implementa, luego se identificaron problemas acerca del no control de calidad del hormigón en obra, seleccionando problemas que fueron comunes tanto en bibliografía internacional, nacional y dentro de trabajos realizados por la empresa Insepe. Una vez se definieron las problemáticas, se seleccionaron procesos de control de calidad en hormigones para luego proponerlos como una metodología para obras de construcción en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

2.1.4. Encuesta a Profesionales y No Profesionales

Para el desarrollo de este subtítulo se implementó la encuesta como instrumento para determinar si las personas están interesadas en implementar un sistema de control de calidad del hormigón en sus obras y proyectos.

Tabla 4 Resultados de la encuesta a profesionales y no profesionales

Pregunta	Respuestas
¿Usted ha estudiado alguna carrera relacionada a la construcción?	Si (42.9%) No (57.1%)
¿Cuántos años de experiencia tiene en construcciones?	Menos de tres años (14.3%) Mas de tres años (85.7%)
¿Tiene conocimientos acerca del control de calidad en obra del hormigón?	Si (85.7%) No (14.3%)
Del 0 al 10 puntúe su conocimiento acerca del control de calidad en obra del hormigón	0 (14.3%) 1 (0%) 2 (14.3%) 3 (0%) 4 (28.6%) 5 (14.3%) 6 (14.3%) 7 (14.3%) 8 (0%) 9 (0%) 10 (0%)
¿En sus años de experiencia en la construcción, alguna vez ha implementado algún control en obra del hormigón?	Si (71.4%) No (28.6%)
¿Qué control de calidad ha implementado? Puede seleccionar más de una opción.	Ninguno (28.6%) Calidad de los materiales (0%) Diseño de dosificaciones (0%) Control de revenimiento (28.6%) Elaboración de probetas cilíndricas de hormigón (71.4%) Control del curado (28.6%) Ensayo de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas (71.4%) Otro (0%)
¿Alguna vez tuvo problemas constructivos después de terminar alguna obra?	Si (71.4%) No (28.6%)

¿Estaría interesado en implementar un sistema de control de calidad en obra de hormigones?	Si (100%)
	No (0%)

Fuente: Elaboración propia

Se extrajeron los datos más importantes de la tabla, estos son: Según la encuesta un 85.7% de los encuestados llevan trabajando en el área de la construcción más de tres años, el 71.4% de los encuestados alguna vez ha implementado algún control en obra del hormigón, el 71.4% han tenido problemas constructivos luego de culminada sus obras y el 100% de los encuestados están interesados en implementar un sistema de control de calidad en sus obras.

2.2. DIAGNÓSTICO

Mediante la revisión bibliográfica internacional, nacional y de la documentación de la empresa Insepe se identificaron los controles de calidad más importantes en obra del hormigón. Se identificaron siete controles de calidad que son fundamentales para asegurar la integridad de las estructuras, estas son:

- Control de Calidad de Materiales
- Diseño de Dosificación
- Control de la dosificación en obra
- Control del Revenimiento
- Elaboración de Probetas Cilíndricas de Hormigón
- Curado del Hormigón en Elementos Estructurales
- Ensayos de Resistencia a la Compresión de Probetas de Hormigón

Se identificaron que los problemas relacionados a la falta de implementación de los controles antes mencionados afectan a la estructura en su capacidad portante o de servicio, afectan la seguridad general de las estructuras, reduce la vida útil de las estructuras. Todos estos factores pueden prevenirse o controlarse si se realizan los controles correspondientes. Es imposible controlar los fisuramientos, o la resistencia insuficiente si no se tienen datos para realizar un

estudio a fondo de la situación en la que se encuentra la estructura, es por ello que documentar y llevar al pie de la letra cada uno de los controles es de gran importancia.

Para un correcto diseño de un sistema de calidad del hormigón en obra es necesario conocer que es lo que se busca evitar, que factores se ven afectados por la falta de controles, es necesario de igual forma conocer normativas nacionales que regulen los ensayos para idealizar la propuesta, en el desarrollo se planteó la idea sobre qué aspectos deben considerarse.

Se extrajeron las principales actividades que componen el sistema de control de calidad de hormigón en obra, estas están compuestas por la correcta selección de los materiales en base a las especificaciones del calculista, se debe de realizar una dosificación para los elementos estructurales más importantes (lo correcto es diseñar una dosificación para cada elemento estructural), en obra se debe de controlar los volúmenes de materiales para la mezcla y que la mezcla sea elaborada de manera correcta, se debe de controlar el revenimiento de la mezcla para controlar la fluidez (con el revenimiento se evitan las conocidas cangrejeras).

Por cada elemento estructural se deben elaborar probetas cilíndricas de hormigón que servirán como verificación de la mezcla, se debe de realizar un correcto curado esto para evitar las grietas o fisuramientos de los elementos estructurales y por último se debe de realizar ensayos de resistencia a la compresión de probetas de hormigón.

Los resultados de la encuesta realizadas a constructores y profesionales tenía la finalidad de determinar si cuentan con conocimientos acerca de controles de calidad en obra de hormigones, determinar si alguna vez implementaron estos controles y si estarían dispuestos a emplear una metodología para el control de calidad en obra del hormigón. La mayoría de los encuestados tienen conocimientos sobre controles calidad pero no las practicas, por otro lado el 100% esta dispuesto a implementar un sistema de control de calidad que ayude a mejorar la seguridad de sus construcciones.

2.3. PROPUESTA

De los diagnósticos realizados y de la aceptación sobre la implementación de un sistema de control de calidad del hormigón en obra, se determinaron los procesos que componen el sistema de control de calidad del hormigón a proponer, seleccionando los más comunes y menos costosos, por lo que la propuesta es la siguiente:

a) Control de Calidad de Agregados

Desgaste en la máquina de los ángeles agregado grueso (ASTM C131 / AASHTO T96)
Granulometría agregado grueso (ASTM C136 / AASHTO T27) y agregado fino (ASTM C117 / AASHTO T11)

Material más fino que el tamiz N°200 (ASTM C117 / AASHTO T11)

Una vez se determine que el material es de buena calidad se procede a realizar el diseño de la dosificación.

b) Diseño de Dosificación

Antes de realizar el diseño de la dosificación se deben de realizar los siguientes ensayos para determinar los parámetros que influyen en el diseño.

Granulometría agregado grueso (ASTM C136 / AASHTO T27) y agregado fino (ASTM C117 / AASHTO T11)

Contenido de humedad (ASTM C566 / AASHTO T255)

Tamaño máximo nominal del agregado grueso (ASTM C33 / AASHTO M6) y del agregado fino (ASTM C33 / AASHTO M6)

Módulo de fineza del agregado grueso (ASTM C33 / AASHTO M6) y del agregado fino (ASTM C33 / AASHTO M6)

Peso unitario del agregado grueso (ASTM C29 / AASHTO T19) y agregado fino (ASTM C128 / AASHTO T19)

Peso específico del agregado grueso (ASTM C127 / AASHTO T85) y agregado fino (ASTM C128 / AASHTO T84)

Absorción del agregado grueso (ASTM C127 / AASHTO T85) y agregado fino (C128 / AASHTO T84)

El diseño de la dosificación es influenciado por el tipo de elemento estructural para el que se diseñara la dosificación, el revenimiento de la mezcla de igual manera es influenciada por el tipo de elemento estructural.

c) Control de la dosificación en obra

Se debe de controlar que las proporciones de los materiales en la mezcla sean los mismos del diseño de la dosificación.

d) Control del revenimiento

Durante la elaboración de la mezcla en la obra se debe de controlar que el revenimiento sea el mismo del diseño de la dosificación, este control esta normado por ASTM C143 / AASHTO T119.

e) Elaboración de probetas cilíndricas de hormigón

Se debe de elaborar probetas cilíndricas de hormigón para cada elemento estructural, se tomarán como mínimo dos probetas para cada edad de rotura (7, 14, 21, 28 días), debe pasar un día para poder llevar las probetas a curado, para la elaboración de probetas cilíndricas de hormigón se debe seguir le procedimiento de las normas ASTM C31 / AASHTO T23.

f) Curado del hormigón en elementos estructurales

Por las condiciones climáticas de Santa Cruz de la Sierra se recomienda que el curado se realice por lo menos dos veces al día, rociando con agua toda la superficie de los elementos estructurales.

g) Ensayos de resistencia a la compresión de probetas de hormigón

Las roturas deben de realizarse dentro del periodo especificado que son a los 7, 14, 21 y 28 días de realizado el vaciado, se debe dejar secar las probetas un día antes de realizar las roturas, para la realización de este ensayo se deben seguir lar normas ASTM C39 / AASHTO T22.

La presente propuesta puede modificarse según requerimientos del proyecto, el sistema de control de calidad presentado hace referencia a los controles mas usados en la construcción y que son importantes para la seguridad de las estructuras.

2.4. CONCLUSIONES

La mayoría de las bibliografías y la documentación de la empresa Insepe sobre control de calidad del hormigón en obra hacen mención a la calidad de los materiales, la dosificación de la mezcla y los ensayos de verificación de resistencia a la compresión, sin embargo, algunas bibliografías profundizaban mas acerca de otros controles que debían de realizarse, siendo esos últimos controles mas costosos que los tradicionales, además que son de difícil acceso a ellos debido a la falta de tecnología en nuestro país.

El hormigón compone la mayor parte de las construcciones tradicionales que se realizan en Santa Cruz de la Sierra, por lo que la mayoría de los problemas constructivos identificados fueron acerca del mismo, los problemas más comunes son la baja resistencia del hormigón, los agrietamientos o fisuras tempranas en las estructuras, desprendimiento de capas superficiales del hormigón, todos estos problemas vinculados al no control de calidad en obra del hormigón.

Se evidencio con la encuesta que la mayoría de las personas encuestadas implementaron algún tipo de control de calidad en obra del hormigón, pero que aun así no suelen implementarlas a menudo, se evidencio que gran parte de los encuestados tuvieron problemas constructivos luego de terminados sus proyectos, también se evidencio que todos los encuestados están dispuestos a implementar un sistema de control de calidad en obra del hormigón, por lo que la propuesta será bien recibida por profesionales y no profesionales vinculadas a la construcción.

El sistema de control de calidad en obra del hormigón propuesto, está compuesto por actividades que se consideran primordiales y necesarias para asegurar la integridad de las estructuras, se revisó bibliografía especializada para poder desarrollar el sistema de control de calidad, se seleccionaron solo las actividades principales para poder reducir los costos de implementación del sistema de control de calidad.

Respondiendo la pregunta de investigación se determinó que los aspectos fundamentales para un control de calidad adecuado son el control de calidad de materiales, diseño de dosificación, control de la dosificación en obra, control del revenimiento, elaboración de probetas cilíndricas

de hormigón, curado del hormigón en elementos estructurales y ensayos de resistencia a la compresión de probetas de hormigón, cada una de estas actividades mejoraran la calidad de los hormigones y de las construcciones en general en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

2.5. RECOMENDACIONES

En el campo aplicado, se recomienda consultar o entrevistar a más empresas que implementen estos controles para comparar beneficios acerca de la buena practica y resultados que obtuvieron implementando controles en obra del hormigón diferentes al propuesto en este trabajo monográfico, para determinar que metodología es mejor para su empleo en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

En el campo aplicado, se recomienda encuestar a empresas que ofrecen servicios para ensayos de control de calidad del hormigón y determinar si cuentan con ensayos especiales para controles del hormigón y generar una base de datos para uso académico.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, F. (10 de Febrero de 2023). *Economy*. Obtenido de <https://www.economy.com.bo/articulo/economia/santa-cruz-mantiene-primer-lugar-crecimiento-sector-construccion/20210923205538002265.html>
- Alfaro Felix, O. (2008). *Sistemas de Aseguramiento de la Calidad en la Construcción*. Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Avilés Marambio, M. (2013). *Diseño de un Sistema de Gestion de Calidad para Obras de Construccion de Viviendas Sociales*. Santiago de Chile - Chile: Universidad Andrés Bello.
- Bilbao Alba, J. (2009). *Patología del Hormigón*. La Paz - Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- CADECOCRUZ. (10 de Marzo de 2024). *Santa Cruz mantiene tendencia de crecimiento de construcción*. Obtenido de <https://cadecocruz.org.bo/index.php?op=200&gr=1&nw=4740#:~:text=La%20construccion%20es%20una%20actividad%20economica%20transversal%20a,un%20valor%20superior%20al%203%25%20del%20PIB%20departamental>.
- Cordero Cordero, L. (2021). *Generación de Base de Datos sobre Patologías en Estructuras de Hormigón*. Cuenca - Ecuador: Universidad Católica De Cuenca.
- H. Kosmatka, S., Kerkhoff, B., C. Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Mexico: Portland Cement Association.
- Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. (2022). *Norma Boliviana NB 1225001-2 : Hormigón Estructural - Parte 2*. La Paz - Bolivia: IBNORCA.
- Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda. (2016). *Guía de Supervisión de Obras*. La Paz - Bolivia: Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda.
- Quiroz Terán, M. (4 de Mayo de 2023). Santa Cruz reporta 4 millones de habitantes y un crecimiento poblacional de 4,60% anual. *El Deber*.
- Rivva L., E. (2006). *Durabilidad y Patología del Concreto*.
- Rivva Lopez, E. (2004). *Control del Concreto en Obra*. Lima - Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.

- Sanchez de Guzman, D. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Bogotá - Colombia: Bhandar Editores LTDA.
- Secretaría de Obras y Servicios de la CDMX. (2009). *Manual de Supervisión de Obra Civil*. Distrito Federal - Mexico: Secretaría de Obras y Servicios de la CDMX.
- Solas A., A., & Giani D., R. (2010). *Tecnología del Hormigón Avanzada*. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas. (2018). *Migración Interna en Bolivia*. La Paz - Bolivia: Organización Internacional para las Migraciones.
- UPSA soy yo. (15 de Marzo de 2024). *¿CÓMO SE ORDENA LA CIUDAD?* Obtenido de <https://upsasoyyo.wordpress.com/2013/07/25/como-se-ordena-la-ciudad/>
- Wikipedia. (5 de Marzo de 2024). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Santa_Cruz_de_la_Sierra
- Zabaleta G., H. (1988). *Compendio de Tecnología del Hormigón*. Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón.

ANEXOS

ENSAYOS DE LABORATORIO

➤ Desgaste en la máquina de los ángeles

GRADACION	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
CARGA ABRASIVA	12	11	8	6	12	12	12
REV A 32,5 R/min.	500	500	500	500	1000	1000	1000

PORCION DE MUESTRA	PASA TAMIZ	RETIENE TAMIZ	CANTIDAD EN (g)
	3/4" 1/2"	1/2" 3/8"	2500 2500

CANTIDAD TOTAL TOMADA EN (g)

P_i = 5000.00

RETENIDO TAMIZ DE CORTE N° 12 (g)

P_F = 3899.00

CÁLCULO

$$\text{PORCENTAJE DE DESGASTE} = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100 \rightarrow 22.02\%$$

➤ Granulometría agregado grueso

ANALISIS GRANULOMETRICO								
PROYECTO:								
UBICACIÓN:								
SOLICITADO POR:								
FECHA:								
						PESO	10743.00	gramos

NÚMERO DE TAMIZ	PESO RET. ACUMULADO	PESO RET. CADA TAMIZ	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC. TECNICAS	HUMEDAD NATURAL	
1"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	Tara N°	2.000
3/4"	1747.00	1747.00	16.26	16.26	83.74	90-100	P.Tara	482.00
1/2"	4918.00	3171.00	29.52	45.78	54.22	-	P.Hum+ tara	11306.00
3/8"	7060.00	2142.00	19.94	65.72	34.28	20-55	P.Seco+ tara	11225.00
N° 4	10013.00	2953.00	27.49	93.20	6.80	0-10	P. agua	81.00
N° 8	10686.00	673.00	6.26	99.47	0.53	0-5	Peso Seco	10743.00
N°200	10716.00	30.00	0.28	99.75	0.25	-	% Humedad	0.75

MODULO DE FINEZA Y TAMAÑO MÁXIMO DE LOS AGREGADOS

NÚMERO DE TAMIZ	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO
1"	0.00	0.00
3/4"	16.26	16.26
1/2"	29.52	45.78
3/8"	19.94	65.72
N° 4	27.49	93.20
N° 8	6.26	99.47
N°200	0.28	99.75
Módulo de Fineza (MF)		6.75
Tamaño Máximo (TM)		19.05

➤ **Peso unitario suelto agregado grueso**

<u>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO (GRAVA)</u>			
PROYECTO:			
UBICACIÓN:			
SOLICITADO POR:			
FECHA:			
Ensayo N°		1	2
Peso de la muestra + Molde "A" (g)		29050.00	29150.00
Peso del molde "B" (g)		5700.00	5700.00
Volumen del molde "C" (g)		14695.00	14695.00
Peso unitario suelto del agregado (g/cm³)		1.59	1.60
Ensayo N°		3	
Peso de la muestra + Molde "A" (g)		29000.00	
Peso del molde "B" (g)		5700.00	
Volumen del molde "C" (g)		14695.00	
Peso unitario suelto del agregado (g/cm³)		1.59	
Promedio del Peso unitario suelto del agregado (g/cm³)			1.590

➤ **Peso unitario compactado agregado grueso**

<u>PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO (GRAVA)</u>			
PROYECTO:			
UBICACIÓN:			
SOLICITADO POR:			
FECHA			
Ensayo N°		1	2
Peso de la muestra + Molde "A" (g)		30200.00	30250.00
Peso del molde "B" (g)		5700.00	5700.00
Volumen del molde "C" (g)		14695.00	14695.00
Peso unitario suelto del agregado (g/cm³)		1.67	1.67
Ensayo N°		3	
Peso de la muestra + Molde "A" (g)		30200.00	
Peso del molde "B" (g)		5700.00	
Volumen del molde "C" (g)		14695.00	
Peso unitario suelto del agregado (g/cm³)		1.67	
Promedio del Peso unitario suelto del agregado (g/cm³)			1.668

➤ Granulometría agregado fino

ANALISIS GRANULOMETRICO								
PROYECTO:								
UBICACIÓN:								
SOLICITADO POR:								
FECHA:								
						PESO	581.61	gramos

NÚMERO DE TAMIZ	PESO RET. ACUMULADO	PESO RET. CADA TAMIZ	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC. TECNICAS	HUMEDAD NATURAL	
							Tara N°	S-3
3/4"	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	P.Tara	77.60
N° 4	1.26	1.26	0.22	0.22	99.78	95-100	P.Hum+ tara	659.91
N° 8	18.00	16.74	2.88	3.09	96.91	80-100	P.Seco+ tara	659.21
N° 16	42.00	24.00	4.13	7.22	92.78	50-85	P. agua	0.70
N° 30	183.00	141.00	24.24	31.46	68.54	25-60	Peso Seco	581.61
N° 50	407.00	224.00	38.51	69.98	30.02	10-30	% Humedad	0.12
N° 100	548.00	141.00	24.24	94.22	5.78	2-10		
N° 200	577.00	29.00	4.99	99.21	0.79			

MODULO DE FINEZA Y TAMAÑO MÁXIMO DE LOS AGREGADOS		
NÚMERO DE TAMIZ	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO
3/8"	0.00	0.00
N° 4	0.22	0.22
N° 8	2.88	3.09
N° 16	4.13	7.22
N° 30	24.24	31.46
N° 50	38.51	69.98
N° 100	24.24	94.22
N° 200	4.99	99.21
Módulo de Fineza (MF)		2.06
Tamaño Máximo (TM)		4.76

➤ **Peso específico y absorción agregado fino**

<u>DETERMINACIÓN DE PESOS ESPECÍFICOS Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS</u>			
<u>POR EL MÉTODO DEL PICNÓMETRO</u>			
PROYECTO:			
UBICACIÓN:			
SOLICITADO POR:			
FECHA:			
Muestra N°			1
Volumen picnómetro (cm ³)			500
Peso picnometro, (g)			201.30
Peso muestra sat. con superficie seca (Psss), (g)	(S)		300.26
Pignómetro + agua, (B) (g)	(B)		699.00
Peso pignometro + agua + muestra, (C), (g)	(C)		884.00
Peso muestra seca despues del ensayo, (A), (g)	(A)		297.12
Peso especifico real, $Psss/(B+Psss-C)$; gr/cm ³			2.58
Peso especifico aparente (SSS); $A/(B+A-C)$; gr/cm ³			2.58
Peso especifico nominal; $A/(B+A-C)$; gr/cm ³			2.65
Pocentaje de absorcion, $(Psss-A)/A$; (%)			1.06

➤ **Peso unitario suelto agregado fino**

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO SUELTO			
PROYECTO:			
UBICACIÓN:			
SOLICITADO POR:			
FECHA:			
Ensayo N°		1	2
Peso de la muestra + Molde "A" (g)		6582.00	6590.00
Peso del molde "B" (g)		2205.00	2205.00
Volumen del molde "C" (g)		2765.00	2765.00
Peso unitario suelto del agregado (g/cm³)		1.58	1.59
Ensayo N°		3	
Peso de la muestra + Molde "A" (g)		6626.00	
Peso del molde "B" (g)		2205.00	
Volumen del molde "C" (g)		2765.00	
Peso unitario suelto del agregado (g/cm³)		1.60	
Promedio del Peso unitario suelto del agregado (g/cm³)			1.589

➤ **Peso unitario compactado agregado fino**

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO COMPACTADO			
PROYECTO:			
UBICACIÓN:			
SOLICITADO POR:			
FECHA:			
Ensayo N°		1	2
Peso de la muestra + Molde "A" (g)		7021.00	7048.00
Peso del molde "B" (g)		2205.00	2205.00
Volumen del molde "C" (g)		2765.00	2765.00
Peso unitario suelto del agregado (g/cm³)		1.74	1.75
Ensayo N°		3	
Peso de la muestra + Molde "A" (g)		7043.00	
Peso del molde "B" (g)		2205.00	
Volumen del molde "C" (g)		2765.00	
Peso unitario suelto del agregado (g/cm³)		1.75	
Promedio del Peso unitario suelto del agregado (g/cm³)			1.748

➤ Dosificación

DISEÑO DE DOSIFICACION DE HORMIGON METODO "A.C.I.- 211.1"				
PROYECTO:				PROCEDENCIA DEL AGREGADO FINO: YAPACANI
UBICACIÓN:				PROCEDENCIA DEL AGREGADO GRUESO: YAPACANI
SOLICITADO POR:				
FECHA:				
I Características de los Materiales				
MARCA DE CEMENTO:	ITACAMBA IP - 40			
TIPO DE HORMIGON - fck DE DISEÑO:	180			Kg/cm ²
CARACTERISTICA	ADITIVO	CEMENTO	ARENA	GRAVA 3/4"
PESO UNITARIO SUELTO (g/cm ³)	---	---	1.589	1.590
PESO UNITARIO COMPACTADO (g/cm ³)	---	---	1.748	1.668
PESO ESPECIFICO ABSOLUTO (g/cm ³)	---	3.00	2.650	3.916
TAMAÑO MAXIMO (mm)	---	---	4.760	19.050
MODULO DE FINEZA (mm)	---	---	2.062	6.747
HUMEDAD (%)	---	---	0.120	0.754
PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	---	---	1.057	2.367
DOSIS DE ADITIVO (%)	---	---	---	---
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL AGREGADO GRUESO (mm)				20.000
II Resistencia Promedio del Hormigon				
fck (mayorado) =	260.00			kg/cm ²
La resistencia de diseño del hormigon es de 180 kg/cm ² , aplicando el factor de mayoracion determinada por la ACI 211.1 se estima que el hormigon alcanzara una resistencia de ± 260 kg/cm ² , las resistencias seran verificadas mediante ensayos de resistencia a la compresion de probetas				
1. Selección de Asentamiento				
Tipo de Construccion:	Cimentaciones Simples; Cajones y Subestructuras			
Asentamiento Max. =	8			cm
Asentamiento Min. =	2			cm
Asentamiento Adoptado:	8			cm
2. Volumen Unitario de Agua				
Tamaño Max. del Agregado Grueso:	20.00			mm
Asentamiento:	8			cm
Caracteristica del concreto:	Sin Aire Incorporado			
Cantidad de Agua =	200.00			kg/m ³
3. Contenido de Aire				
Tamaño Max. del Agregado Grueso:	20.00			mm
Tamaño Max. del Agregado Grueso:	3/4"			
Caracteristica del concreto:	Sin Aire Incorporado			
Contenido de Aire Atrapado =	2			%
4. Relacion Agua/Cemento				
f'cr =	260.00			kg/cm ²
Caracteristica del concreto:	Sin Aire Incorporado			
a/c =	0.519			

5. Factor Cemento						
Cemento =	385.36	kg				
5.1. Calculo del Contenido de Aditivo						
Peso del Aditivo =	No Aplica	kg				
			para:	385.36	kg de cemento	
6. Contenido de Agregado Grueso						
Tamaño Max. del Agregado:	20.00	mm				
Tamaño Max. del Agregado:	3/4"					
Modulo de Fineza Arena:	2.06					
Porcentaje de Absorción Ag. Grueso:	2.37	%				
Volumen del Agregado Grueso Seco Compact. =	0.660	m³				
Peso Ag. Grueso Seco Compact. =	1101.12	kg				
7. Primera Proporción						
Agua	200.00	kg				
Cemento	385.36	kg				
Agregado Grueso	1101.12	kg (seco)				
TOTAL	1686.48	kg				
7.1. Contenido de Agregado Fino						
Volumen Arena =	0.370	m³				
Peso del Agregado Fino (seco) =	980.51	kg				
8. Peso del Agua Corregida por Humedad y Absorción						
Peso del Agua =	226.95	kg				
9. Agregado Humedo						
Peso del Agregado Grueso (humedo) =	1109.425	kg				
Peso del Agregado Fino (humedo) =	981.687	kg				
10. Resumen						
	Peso para 1 m³ de Hº		Relacion	Volumen para 1 m³ de Hº	Para 50.00 lt.	Para 1 Bolsa de Cemento (kg.)
	Seco (kg)	Humedo (kg)				
Agua	200.000	226.948	0.589	0.227	11.347	29.447
Cemento	385.356	385.356	1.000	0.128	19.268	50.000
Agregado Grueso	1101.123	1109.425	2.879	0.281	55.471	143.948
Agregado Fino	980.507	981.687	2.547	0.370	49.084	127.374
11. Receta Final						
1.00	:	2.50	:	2.90		
Cemento		Agregado Fino		Agregado Grueso		
1.00	:	2.00	:	3.00		
Cemento		Agregado Fino		Agregado Grueso		
Nota:						
Recomendación:						
Se recomienda controlar la adición de agua al momento de realizar la mezcla, ya que, por humedades de los materiales la cantidad de agua necesaria para alcanzar el asentamiento especificado puede variar						

➤ Roturas de probetas

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE DE PROBETAS CILINDRICAS													
PROYECTO: UBICACIÓN: SOLICITADO POR:				FECHA DE EMISION:									
N°	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Diametro (cm)	Alto (cm)	Area (cm ²)	Peso (g)	Densidad (g/cm ³)	Fuerza (Kg)	Resist. (Kg/cm ²)	Factor de corrección	Resist. Proy. (Kg/cm ²)
1	PROBETA 1			7	15.00	30.00	176.72	12815	2.42	45222	255.90	0.720	355.24
2	PROBETA 2			7	15.00	30.00	176.72	12526	2.36	44533	252.01	0.720	349.83
3	PROBETA 3			7	15.00	30.00	176.72	12592	2.38	45002	254.66	0.720	353.51
4	PROBETA 4			14	15.00	30.00	176.72	13000	2.45	40570	229.58	0.850	270.09
5	PROBETA 5			14	15.00	30.00	176.72	12710	2.40	40290	227.99	0.850	268.23
6	PROBETA 6			14	15.00	30.00	176.72	12860	2.43	40214	227.56	0.850	267.72
7	PROBETA 7			21	15.00	30.00	176.72	12310	2.32	42670	241.46	0.935	258.15
8	PROBETA 8			21	15.00	30.00	176.72	12290	2.32	42291	239.32	0.935	255.85
9	PROBETA 9			21	15.00	30.00	176.72	12306	2.32	41468	234.66	0.935	250.88
10	PROBETA 10			28	15.00	30.00	176.72	12700	2.40	43460	245.93	1.000	245.96
LABORATORISTA						JEFE DE LABORATORIO							

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE DE PROBETAS CILINDRICAS

PROYECTO:
 UBICACIÓN:
 SOLICITADO POR:

FECHA DE EMISION:

N°	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Alto (cm)	Area (cm ²)	Peso (g)	Densidad (g/cm ³)	Fuerza (Kg)	Resist. (Kg/cm ²)	Factor de corrección	Resist. Proy. (Kg/cm ²)
11	PROBETA 11			28	15.00	30.00	176.72	12720	2.40	48220	272.87	1.000	272.90
12	PROBETA 12			28	15.00	30.00	176.72	12686	2.39	45815	259.26	1.000	259.29

LABORATORISTA

JEFE DE LABORATORIO

5. En sus años de experiencia en la construcción, alguna vez ha implementado algún control en obra del hormigón?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

6. Que control de calidad ha implementado? Puede seleccionar mas de una opción.

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Ninguno
 Calidad de los materiales
 Diseño de dosificaciones
 Control de revenimiento
 Elaboración de probetas cilíndricas de hormigón
 Control del curado
 Ensayo de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas
 Otro

7. Alguna vez tuvo problemas constructivos despues de terminar alguna obra?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

8. Estaría interesado en implementar un sistema de control de calidad en obra de hormigones?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

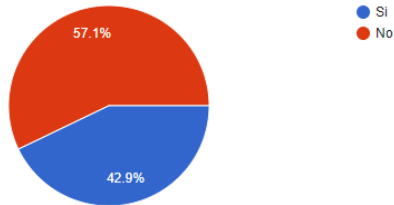
Muchas gracias por su colaboración!

➤ Resultados de la encuesta

Usted ha estudiado alguna carrera relacionada a la construcción?

[Copiar](#)

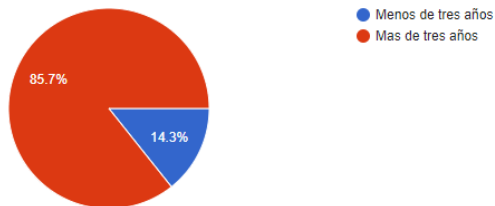
7 respuestas



Cuantos años de experiencia tiene en construcciones?

[Copiar](#)

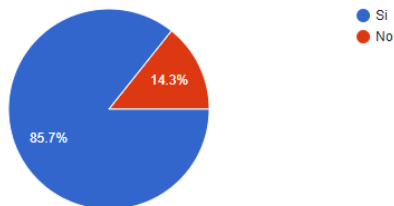
7 respuestas



Tiene conocimientos acerca del control de calidad en obra del hormigon?

[Copiar](#)

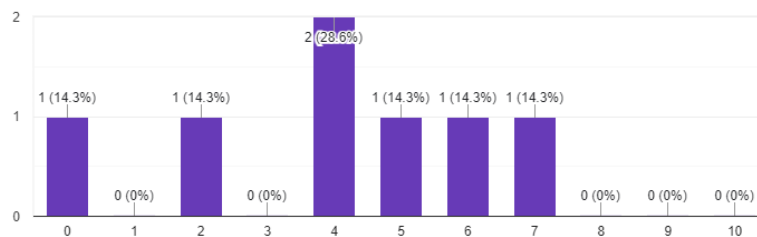
7 respuestas



Del 0 al 10 puntúe su conocimiento acerca del control de calidad en obra del hormigón

[Copiar](#)

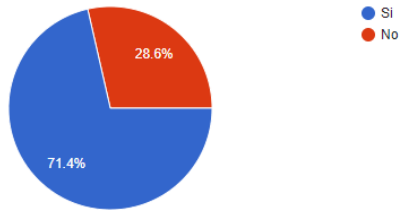
7 respuestas



En sus años de experiencia en la construcción, alguna vez ha implementado algun control en obra del hormigon?

[Copiar](#)

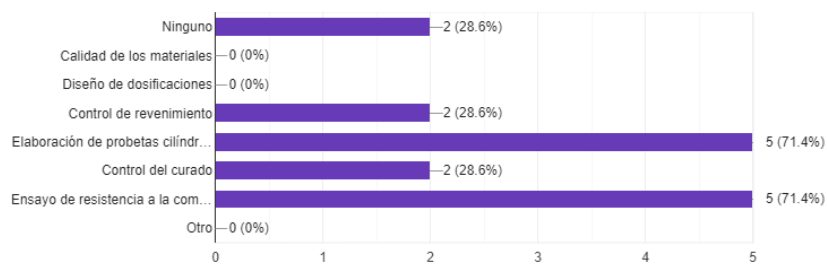
7 respuestas



Que control de calidad ha implementado? Puede seleccionar mas de una opción.

[Copiar](#)

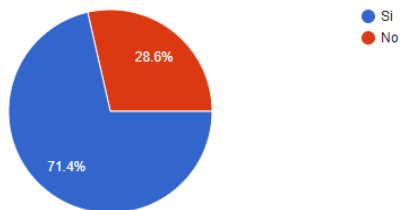
7 respuestas



Alguna vez tuvo problemas constructivos despues de terminar alguna obra?

[Copiar](#)

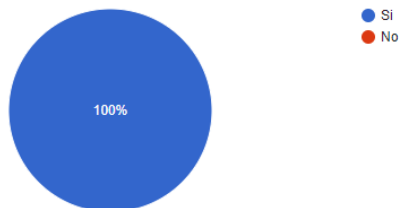
7 respuestas



Estaría interesado en implementar un sistema de control de calidad en obra de hormigones?

[Copiar](#)

7 respuestas



Muchas gracias por su colaboración!