

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS DE LAS PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES Y SU PROPUESTA DE SOLUCIÓN DEL PISO DE CONCRETO DE 64 AÑOS DE ANTIGÜEDAD SOMETIDO A GRANDES CARGAS DE LA SALA DE MÁQUINAS DE LA COMPAÑÍA DE BOMBEROS DEL PERÚ - RÍMAC N° 21, 2021”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Samuel Magno Guerrero Vargas

Asesor:

Mg. Ing. Christian Marlon Araujo Choque

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios que siempre ha sido fiel, por darme fortaleza en tiempos difíciles y a mi familia que siempre me ha apoyado en cada situación y me han dado ejemplo de perseverancia y superación.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por darme salud, amor y la bendición de tener una familia y la oportunidad de lograr mis estudios profesionales, asimismo agradecer a mi familia por el apoyo, cariño y confianza en todo momento hacia mi persona.

Agradecer a mis docentes por compartir sus conocimientos que ahora son parte importante para mis logros profesionales.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	14
Realidad problemática	14
Delimitaciones de la investigación	16
Justificación	17
Problemas de la investigación	17
Objetivos de la investigación	18
Hipótesis de la investigación.....	19
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	21
Antecedentes de la investigación	21
Bases teóricas	25
Definiciones de términos básicos.....	59
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	62
Tipo y nivel de investigación	68
Método y diseño de investigación.....	68
Población y muestra de la investigación	69
Operacionalización de variables	69
Técnica e instrumentos de la recolección de datos	71
Procedimiento de tratamiento.....	72
Análisis de datos	73
Aspectos éticos	73
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	74
Análisis de Tablas y Gráficos	74
Discusión	99
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES	104

REFERENCIAS	105
ANEXOS	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rodillos pata de cabra, efecto de la presión de contacto en el peso volumétrico seco máximo	45
Tabla 2. Tamaños estándar de tamices	48
Tabla 3. Operacionalización de la variable	70
Tabla 4. Área en m ² del piso de concreto de sala de máquinas afectadas por la humedad	75
Tabla 5. Patologías estructurales presentes y nivel de severidad en el piso de concreto. ...	77
Tabla 6. Área en m ² de la estructura del piso de concreto con patología de fisuras por áreas.	78
Tabla 7. Clasificación de la severidad de la estructura del piso de concreto con patología de fisuras por área.....	79
Tabla 8. Área m ² de la estructura del piso de concreto con patología de grieta por áreas.	80
Tabla 9. Clasificación de la severidad de la estructura del piso de concreto con patología de grieta por área.	81
Tabla 10. Área m ² de la estructura del piso de concreto con patología de hundimiento por áreas.	81
Tabla 11. Clasificación de la severidad de la estructura del piso de concreto con patología de hundimiento por área.	82
Tabla 12. Grado de compactación ASTM D1556.....	85
Tabla 13. Ensayo de la resistencia de compresión con probetas cilíndrica de 6 x 12 pulgadas en el piso de concreto armado de la sala de máquinas de la compañía de bomberos.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Parámetros básicos de la calidad edificatoria.	26
Figura 2: Curva típica de deterioro de un piso industrial.	29
Figura 3: Modelo de deterioro e influencia de la calidad de construcción sobre la vida útil.	29
Figura 4: Proceso de actuaciones ante patología de las edificaciones-	33
Figura 5: Condiciones de carga que controlan el diseño del espesor de un piso.	36
Figura 6: Elementos de un piso industrial de concreto.	39
Figura 7: Métodos de mejoramiento de suelos.....	44
Figura 8: Determinación del peso unitario de campo con el método del cono de arena.	48
Figura 9: Junta de aislación en muro.....	49
Figura 10: Juntas de aislación en muros y pilares (ACI 360R-10)	50
Figura 11: Ubicaciones apropiadas para las juntas (ACI 360R-10).....	51
Figura 12: Detalle de junta de construcción protegida con cantonera. (ACI 360R-10).....	52
Figura 13: Resistencia a la compresión de cilindros de 15x30 cm en función de la edad para una variedad de condiciones de curado.	53
Figura 14: Personal de la Intendencia Nacional de Bomberos del Perú - DGRO - SGIE... ..	62
Figura 15: Revisión de los planos de las Compañías de Bomberos del Perú.....	63
Figura 16: Visita a las Compañías de Bomberos del Perú y verificación de planos.....	63
Figura 17: Visita a los Compañías de Bomberos del Perú y verificación de planos.....	63
Figura 18: Visita para evaluación de la infraestructura de las Compañías de Bomberos del Perú.....	64

Figura 19: Visita a la Compañía de Bomberos Voluntarios del Perú, del departamento de la Libertad.	64
Figura 20: Visita a la Compañía de Bomberos Voluntarios del Perú, distrito del Porvenir - provincia de Trujillo - departamento La Libertad.	64
Figura 21: Supervisión de las obras de construcción en la Compañía de Bomberos Voluntarios del Perú	65
Figura 22: Supervisión de los materiales utilizados en las obras de construcción en la Compañía de Bomberos Voluntarios del Perú	65
Figura 23: Supervisión del desarrollo de las obras de construcción en la Compañía de Bomberos Voluntarios del Perú.....	66
Figura 24: Verificación e identificación de las áreas a intervenir por la SGIE.....	66
Figura 25: Reuniones con el equipo de la SGIE.	66
Figura 26: Ubicación de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21	67
Figura 27: Áreas en m2 afectadas en el piso de concreto.	75
Figura 28: Presencia de humedad en el terreno.....	76
Figura 29: Presencia de agua en el terreno.....	76
Figura 30: Porcentaje de patologías estructurales presentes y áreas en m2 afectadas en el piso de concreto.....	77
Figura 31: Porcentaje del área de la estructura del piso de concreto con patología de fisuras por áreas.....	78
Figura 32: Porcentaje del área de la estructura del piso de concreto con patología de grietas por áreas.	80
Figura 33: Porcentaje del área de la estructura del piso de concreto con patología de hundimiento por áreas.	82

Figura 34: Patología de Fisura presente en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos.	83
Figura 35: Presencia de patología de grieta en la Compañía de Bomberos	83
Figura 36: Presencia de patología de grieta en la sala de máquinas.....	83
Figura 37: Presencia de patología de grieta en la sala de máquinas.....	84
Figura 38: Presencia de patología de grieta en la entrada de sala de máquinas	84
Figura 39: Presencia de patología de hundimiento en la sala de máquinas	84
Figura 40: Presencia de patología de hundimiento.	84
Figura 41: Demolición de piso, Área “A”	86
Figura 42: Demolición de piso, Área “B”	86
Figura 43: Demolición de piso, Área “C” y “D”	86
Figura 44: Eliminación de desmonte con mini cargador frontal	87
Figura 45: Acarreo de desmonte al volquete.....	87
Figura 46: Medidas en distintos puntos del área a intervenir, a fin de verificar la profundidad de excavación y cumpla de acuerdo a los planos.	87
Figura 47: Aplanado del material propio del terreno (subrasante).....	88
Figura 48: Se empleó equipo de nivel.	88
Figura 49: Colocación de puntos de nivel.....	88
Figura 50: Compactación, 1ra capa de afirmado.....	88
Figura 51: 2da capa de afirmado, compactado.....	89
Figura 52: Extracción de la muestra.....	89

Figura 53: Peso de la muestra extraída.....	89
Figura 54: Llenado de arena con densidad conocida	89
Figura 55: Peso de arena contenida en recipiente, para determinación del volumen.....	89
Figura 56: Refuerzo con acero $\varnothing \frac{1}{2}$ @ 0.15m en ambos sentidos.	91
Figura 57: Colocación de dowels $\varnothing 1''$ @ 0.30m.....	91
Figura 58: Armadura para canal de evacuación de agua.	92
Figura 59: Instalación de marco de acero L 3"x3"x5/16"	92
Figura 60: Colocación de dados de concreto para evitar el contacto del acero con el terreno.	92
Figura 61: Excavación, armadura e instalación de tubería de 8", para la evacuación de agua.	93
Figura 62: Excavación, para canal de evacuación de agua.	93
Figura 63: Vaciado de solado, en el canal de evacuación de agua.....	93
Figura 64: Armado de refuerzo de acero, para canal de evacuación de agua.	93
Figura 65: vaciado de concreto $f'c$ 280 kg/cm ² , del primer paño.....	94
Figura 66: Supervisión del vaciado de concreto $f'c$ 280 kg/cm ² , del segundo paño.	94
Figura 67: Vaciado de concreto $f'c$ 280 kg/cm ² , del segundo paño.	94
Figura 68: Se empleó una vibradora para una mejor compactación del concreto.....	94
Figura 69: Vaciado de concreto $f'c$ 280 kg/cm ² y pulido del tercer y cuarto paño.	95
Figura 70: Vaciado de concreto en probetas, para realizar ensayos de resistencia a la compresión de concreto.	95
Figura 71: Vaciado de concreto, para prueba de cono de abrams.	95

Figura 72: Medición del asentamiento del concreto (slump), para comprobar la trabajabilidad del concreto.....	96
Figura 73: Se realizó el curado del concreto por siete días, mediante arroceras.....	96
Figura 74: Junta de dilatación rellena con mezcla asfalto - arena.....	96
Figura 75: Pintado de la estructura metálica del canal de evacuación de agua.....	97
Figura 76: Instalación de rejilla metálica de PL 2"x1/4" @ 1".....	97
Figura 77: Pintado de líneas de tránsito en color amarillo.....	97
Figura 78: Pintado de palabras (NO ESTACIONAR), en el ingreso de la sala de máquinas.	97
Figura 79: Vista exterior del ingreso a la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21.....	98
Figura 80: Vista interior del piso de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21.....	98
Figura 81: Vista panorámica interior de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21.....	99

RESUMEN

El proyecto realizado sobre “ANÁLISIS DE LAS PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES Y SU PROPUESTA DE SOLUCIÓN DEL PISO DE CONCRETO DE 64 AÑOS DE ANTIGÜEDAD SOMETIDO A GRANDES CARGAS DE LA SALA DE MÁQUINAS DE LA COMPAÑÍA DE BOMBEROS DEL PERÚ - RÍMAC N° 21, 2021”, estuvo bajo responsabilidad de la Subdirección de Gestión de Infraestructura y Equipamiento de la Dirección de Gestión de Recursos para la Operatividad, área en el cual desarrollo mis competencias profesionales, teniendo como objetivo general analizar las patologías estructurales y su propuesta de solución del piso de concreto, el instrumento utilizado fue la guía de observación y ensayos en laboratorio e in situ, obteniendo como resultado que las patologías estructurales son ocasionadas por la humedad que afecto a 177.75 m² del piso, las patologías estructurales se encuentran en el nivel más alto de severidad y son fisura, grietas y hundimiento, el mejoramiento y compactación del terreno como propuesta de solución obtuvo un grado de compactación ASTM D1556 mayor a 100%, la implementación del piso de concreto armado obtuvo un ensayo de la resistencia de compresión con probetas cilíndrica de 6 x 12 pulgadas mayor a 280 kg/cm² a los 28 días de edad.

Palabras claves: Patologías, humedad, fisuras, grietas, hundimientos y piso de concreto.

ABSTRACT

The project carried out on "ANALYSIS OF STRUCTURAL PATHOLOGIES AND ITS PROPOSAL FOR A SOLUTION OF THE 64-YEAR-OLD CONCRETE FLOOR SUBJECTED TO LARGE LOADS OF THE ENGINE ROOM OF THE FIRE COMPANY OF PERU - RÍMAC N° 21, 2021", was under the responsibility of the Subdirectorate of Infrastructure and Equipment Management of the Directorate of Resource Management for Operation, area in which I develop my professional skills, having as a general objective to analyze the structural pathologies and their proposal of solution of the concrete floor, the instrument used was the guide of observation and tests in laboratory and in situ, obtaining as a result that the structural pathologies are caused by the humidity that affected 177.75 m² of the floor, the structural pathologies are at the highest level of severity and are fissure, cracks and subsidence, the improvement and compaction of the ground as a solution proposal obtained a degree of compaction ASTM D1556 greater than 100%, the implementation of the reinforced concrete floor obtained a test of the compressive strength with cylindrical specimens of 6 x 12 inches greater than 280 kg / cm² at 28 days of age.

Keywords: Pathologies, humidity, fissures, cracks, subsidence and concrete floor.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

La Intendencia Nacional de Bomberos del Perú (INBP), dicha institución fue creada por Ministerio del Interior (MININTER) en el año 2016 por Decreto Legislativo N° 1260, siendo una unidad ejecutora para modernizar, fortalecer, realizar una gestión moderna, desarrollo de capacidades y competencias del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú, teniendo como funciones principales:

- Implementar la Política Nacional de Bomberos
- Abastecer de servicios y bienes, según el presupuesto, para el cumplimiento de las funciones de las Comandancias Departamentales.
- Consolidar y elaborar requerimiento de bienes y servicios según las necesidades de las Compañías de Bomberos.
- Evaluar, modificar y aprobar las normas técnicas para el cumplimiento de las funciones de los Bomberos (control y extinciones de incendios, etc.)
- Administrar los servicios y bienes del Cuerpo General de Bomberos.

La Dirección de Gestión de Recursos para la Operatividad (DGRO) tiene la función de proveer de bienes y servicios al cuerpo de bomberos para el desempeño de sus funciones, la cual cuenta con dos subdirecciones:

- Subdirección de Gestión de Infraestructura y Equipamiento (SGIE)
- Subdirección de Gestión de Recursos de Materiales y Mantenimiento (SGRMM)

En el presente trabajo de investigación se trabajó con la SGIE, la mencionada subdirección tiene la función de gestionar y formular requerimientos y procedimientos para recursos de infraestructura, mantenimiento y equipamiento al Cuerpo General de Bomberos.

La misión de la Intendencia Nacional de Bomberos, es manejar la rectoría sobre la prevención, extinción y control relacionados a incendios, accidentes, rescate e incidentes de materiales peligrosos, asimismo de proporcionar los servicios y bienes de alta calidad para cumplir la función del Cuerpo de bomberos a la población, con una gestión eficiente y eficaz con transparencia.

Valores Institucionales

Integridad: el recurso humano tiene un comportamiento de rectitud, honradez y moral en la conducta, sin intereses personales.

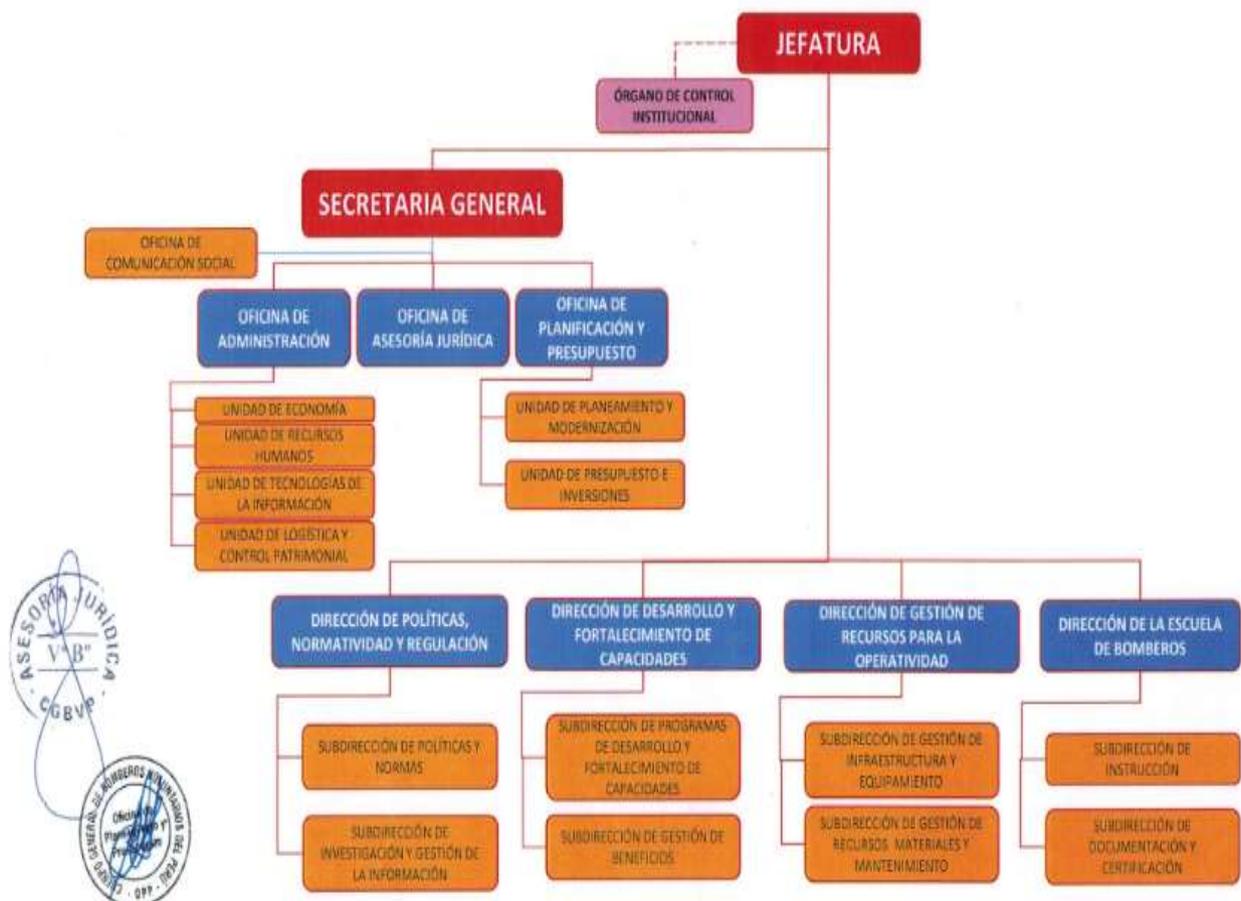
Compromiso: el personal debe cumplir labores de manera eficaz y eficiente.

Innovación: mejorar los servicios que brinda el cuerpo de bomberos con la aplicación de nuevas ideas, bienes o procedimientos para solucionar problemas o mejorar procedimientos.

Vocación de Servicio: compromiso, pasión y empatía por desarrollar las actividades encomendadas para el bienestar de la institución.

Transparencia: Manera sincera y responsable de mostrar los diferentes procesos de gestión que se desarrollan en la institución.

ORGANIGRAMA DE LA INTENDENCIA NACIONAL DE BOMBEROS DEL PERÚ



La Compañía de Bomberos del Perú – Rímac N° 21, integrada a la IV Comandancia Departamental Lima, tiene como finalidad la prevención y control de incendios, rescates urbanos, atención de accidentes y apoyo en incidentes con materiales peligrosos.

(Coz, J, 2009, Pág. 207) La compañía en estudio, inició su fundación el 8 de junio del 1920, con un grupo de vecinos de la zona del Rímac, iniciando las gestiones para que el distrito cuente con una compañía de Bomberos. En el año 1957 el Presidente de la Republica General Manuel Odría, inauguró la primera planta del nuevo cuartel, colocando la primera piedra en el año 1950, hasta la fecha la estación de bomberos materia de estudio tiene una antigüedad de 64 años de construcción.

Existe una deficiencia de un plan de mantenimiento y rehabilitación de las edificaciones que corresponden al sector público, lo que ocasiona que la vida útil de estas estructuras sea menor a lo considerados, evidenciando diversas patologías que pueden afectar la estructura de las mismas, teniendo un grado de leve a severo en las fallas presentadas.

Para la construcción de los pisos de concreto o en los pisos industriales se debe considera las capacidades de cargas a la cual será sometido, tipo de sistema de piso conforme al uso, y el diseño de la estructura.

El piso de concreto, materia de estudio, presenta diferentes patologías, las mismas que deben ser debidamente analizadas, dicha patologías afectan el uso adecuado de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21.

Delimitaciones de la investigación

La presente investigación se delimitó en los aspectos espacial, social y temporal de acuerdo a lo siguiente:

Delimitación espacial

La presente investigación se realizó en el distrito del Rímac.

Delimitación social

Para la presente investigación, se tuvo la participación de un ingeniero civil por parte de la empresa constructora, responsable de la ejecución del servicio; de igual forma, participo personal en representación de la entidad (INBP), un ingeniero civil y un bachiller en ingeniería civil, responsables de verificar que la empresa ejecutora, cumpla con la ejecución del servicio según los planos y términos de referencia del piso de concreto armado de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21, en el distrito del Rímac.

Delimitación temporal

La presente investigación se llevó a cabo entre los meses de mayo a julio del 2021, interviniendo en las diferentes etapas de construcción del piso de concreto armado.

Delimitación conceptual

La presente investigación aborda los conceptos tipos de patologías de estructura y propuesta de solución.

Justificación

La Compañía de Bomberos del Perú – Rímac N° 21, integral la IV Comandancia Departamental Lima, tiene como finalidad la prevención y control de incendios, rescates urbanos, atención de accidentes y apoyo en incidentes con materiales peligrosos, asimismo pertenece a la Intendencia Nacional de Bomberos del Perú (INBP)

La evaluación de los pisos de concreto es muy importante en las Compañías de bomberos, considerando que estos cuentan con una carga excesiva por el uso de los vehículos de bomberos, cisternas entre otros, asimismo estas Compañías datan de muchos años de antigüedad de construcción, sin tener procesos de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción.

Los procesos o las fases de evaluación e identificación de las patologías son claves en todo edificio para conservar su vida útil.

El presente estudio tiene una gran importancia, con la finalidad de analizar las patologías en el piso de concreto de la estación de bomberos y el objetivo de plantear un plan de mejoramiento de las patologías estructurales con el fin de brindar un adecuado servicio por parte de los Bomberos del Perú.

Problemas de la investigación

Problema general

¿Cómo analizar las patologías estructurales y su propuesta de solución del piso de concreto de 64 años de antigüedad sometido a grandes cargas de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, 2021?

Problemas específicos

Primero: ¿Cuáles son las causas de las patologías estructurales del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21?

Segundo: ¿Cuál es el nivel de severidad de las patologías estructurales en el piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21?

Tercero: ¿En qué consiste el mejoramiento y compactación del terreno como propuesta de solución del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21?

Cuarto: ¿Cómo es la implementación del piso de concreto armado como propuesta de solución en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21?

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Analizar las patologías estructurales y su propuesta de solución del piso de concreto de 64 años de antigüedad sometido a grandes cargas de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, 2021.

Objetivos específicos

Primero: Identificar las causas de las patologías estructurales del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21.

Segundo: Definir el nivel de severidad de las patologías estructurales en el piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21.

Tercero: Determinar el mejoramiento y compactación del terreno como propuesta de solución del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21.

Cuarto: Analizar la implementación del piso de concreto armado como propuesta de solución en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21.

Hipótesis de la investigación

Hipótesis general

Patologías estructurales y su propuesta de solución del piso de concreto de 64 años de antigüedad sometido a grandes cargas de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, 2021

Hipótesis específicas

Hipótesis Especifica N°1

HA: Existen causas de las patologías estructurales del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21.

H0: No existen causas de las patologías estructurales del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21.

Hipótesis Especifica N°2

HA: Existe nivel de severidad de las patologías estructurales en el piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21.

H0: No existe nivel de severidad de las patologías estructurales en el piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21.

Hipótesis Especifica N°3

HA: Mejoramiento y compactación del terreno como propuesta de solución del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, permitirá mejorar las propiedades portantes del suelo.

H0: Mejoramiento y compactación del terreno como propuesta de solución del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, no permitirá mejorar las propiedades portantes del suelo.

Hipótesis Especifica N°4

HA: Implementación del piso de concreto armado como propuesta de solución en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, permitirá la prevención de patologías estructurales.

H0: Implementación del piso de concreto armado como propuesta de solución en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, no permitirá la prevención de patologías estructurales.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la investigación

Antecedentes internacionales

Según (Ciro, R y Jiménez, W, 2017) en su trabajo “Estudio patológico en vivienda familiar Municipio de Gachala” - Cundinamarca, Universidad Santo Tomas – Bogotá, donde tiene como objetivo principal el analizar las patologías constructivas que presenta la vivienda unifamiliar ubicadas en el municipio Gachalá (Cundinamarca) con el propósito de establecer un plan económicamente viable mejorando las condiciones estructurales, arquitectónicas y la seguridad. Tipo de la metodología de investigación explicativa, el diseño del estudio fue experimental de tipo analítico. Llegando a la conclusión que la vivienda en estudio requiere un reforzamiento, debiendo ser modificadas desde el punto arquitectónico y estructural, las que presentan en la actualidad son inadecuadas para su habitabilidad.

Según (Soler, R, Mendoza, L y Torres, A, 2019) en su “Estudio patológico para la recuperación y optimización de la losa entre piso del sótano de parqueaderos del edificio Silvestre II” Universidad Santo Tomas – Bogotá, dicho estudio tiene como objetivo general determinar las causas por las cuales se presentan las lesiones en la parte inferior de la losa entre piso, asimismo las causas de las irregularidades en las vigas: principal y riostras del sótano, de parqueadero del edificio en estudio de la municipalidad de Villavicencio en el Departamento del Meta, los procesos metodológicos utilizados fueron inspección visual, ensayos no destructivos y destructivos a la estructura a analizar, llegando a la conclusión que las principales causas son por procesos equivocados en la ejecución de la obra, incorrecto control a los procesos de calidad, en los análisis de laboratorio se obtuvo que los problemas en la estructura no corresponden a la integridad y la estática de la misma, descartando efectos nocivos de carbonatación en los elementos estructurales. La calidad del concreto y la resistencia de este son las requeridas según los resultados de las esclerometrías. Planteando una única solución en la instalación de un mortero de reparación sobre la superficie expuesta, previa limpieza y aplicación de un Puente de Adherencia, garantizando la calidad de los procesos y material.

(Almeida M y Peris C, 2016) en su estudio, "Patología en piso de concreto armado Polido; un estudio de caso", Brasil, el objetivo del estudio es manifestar la necesidad de utilizar proyectos ejecutivos de pisos de concreto, Estudio de caso, comprende un edificio vertical ubicado en la Región Metropolitana de Recife (RMR) comparando los aspectos de los pisos, se concluye que el caso estudiado que se debe utilizar proyectos que cumplan con las cargas y esfuerzos solicitados para la ejecución de este tipo de proyectos, asimismo las patologías presentes en son observadas en el piso de concreto armado pulido, se evidencia fisuras y desniveles entre las placas ya existentes.

(Harumi R, 2017) en su "Estudio de Patologías en Hormigón Armado: Estudio de caso Edificio del Centro Cultural de São Paulo" Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Brasil, su trabajo de investigación tiene como objetivo estudiar las patologías del edificio de mayor deterioro y causas recurrentes para evitarlas a futuro, buscando presentar un análisis inicial, visual, estudio de patología, identificando sus causas y características, por medio de encuestas de información, instrumento de inspecciones visuales y contabilidad. Por la verificación visual se concluyó que las patologías recurrentes fueron: desgaste de abrasión, desagregación, segregación, carbonatación y corrosión, causas de las patologías son por las infiltraciones en la cobertura.

(Porrás D, García K y Mendez D, 2020) en su estudio "Estado de la investigación sobre la patología de la construcción: un análisis bibliométrico" el artículo aporta los conocimientos sobre las patologías de la construcción en Costa Rica, basado en un estudio bibliométrico realizado por medio de base de datos de Scopus y análisis por medio del programa Bibliometrix. El artículo indica que existen 268 registros de publicaciones relacionadas con el tema de patología de la construcción, las fuentes de mayores consultas con las revistas, España es el país con mayores publicaciones con un total de 147 contribuciones. El artículo concluye que en la última década se ha realizado mayores aportes científicos sobre patologías de la construcción.

Antecedentes nacionales

Según (Figuerola, R 2018) en su tesis "Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el I tramo de canal de riego Ichik Coriac – Cantuyoc, Distrito de Anta,

Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash , 2018, Universidad Católica los Ángeles Chimbote, tiene como objetivo general determinar y evaluar las patologías del concreto y determinar la condición del tamo del canal en estudio, la metodología de la investigación de tipo descriptivo, nivel cualitativo, diseño no experimental y de corte transversal, la población es toda la estructura del canal Ichik Coriac-Cantuyoc, la muestra es del tramo 00+000 hasta 1+000 km, la recolección y análisis de datos por medio de ficha técnica de evaluación, procesamiento de datos por medio de cálculo en Excel. Obteniendo como resultado que el nivel de severidad del tramo del canal estudiado es moderado, con la patología común fisuras y grietas, obteniendo una condición de estado de conservación deteriorado, requiriendo mantenimiento constante y rehabilitación.

Según (Dolores, H, 2018) en su tesis “Determinación y evaluación de las patologías del concreto del canal de regadío Condorhuain entre las progresivas 1+700 a 3+300, en el distrito de Acopampa, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash – 2018”, Universidad Católica los Ángeles Chimbote, el mismo que tiene como objetivo evaluar las patologías del concreto del lugar de estudio, siendo una investigación de tipo descriptiva, cualitativo, no experimental de corte transversal y con nivel descriptivo, el diagnóstico del estudio se realizó sin alterar la estructura y su funcionalidad, la muestra se constituyó de 13 unidades muestrales, obteniendo como resultado que el área afectada representa un 18.17% siendo un 27.38 m² del total del área, el margen derecho cuenta con un 8.78% del área afectada y el margen izquierdo 3.91% del área afectada, siendo el hundimiento, la patología más severa y la mayor incidencia de daños se presenta al margen derecho.

Según (Sánchez, E, 2018) en su tesis “Estudio patológico del estudio de la Universidad Nacional de Cajamarca – Sede Jaén – Local Central”, Universidad Nacional de Cajamarca, tiene como objetivo general evaluar las causas que generan las patologías en el edificio en estudio, metodología de la investigación utilizada es: método inductivo, tipo descriptiva, explicativa, la población está compuesta por los edificios que constituyen dos pabellones de la universidad, muestra se obtuvo de un análisis no probabilístico por conveniencia constituida por dos pabellones del edificio del local central de la universidad. Las técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron la

observación, evaluación in situ, ensayos y el dibujo de los planos de arquitectura para revisión, obteniendo como resultados patologías en el concreto armado ocasionadas por acciones físicas, acciones mecánicas, fallas en elementos no estructurales, fallas por asentamientos diferenciales del suelo, fallas en etapa de diseño y contracción por un inadecuado proceso constructivo.

Según (Custodio, C, 2020) en su tesis “Diseño de una metodología de prevención y tratamiento de las patologías en las cimentaciones de las viviendas en la urbanización la floresta los olivos 2019”, Universidad Privada del Norte, el estudio tiene como objetivo general diseñar una metodología de prevención y tratamiento de las patologías en las cimientos de las viviendas en el distrito de los olivos, el tipo de investigación fue experimental de carácter descriptivo, transversal, utilizando las técnicas de recolección de datos: observación, evaluación in situ mediante el formato check list, cámaras fotográficas, concluyeron el estudio donde se identificó daños perjudiciales causados por la humedad y el salitre en las estructuras, con 61%, existiendo una severa exposición de sulfatos en el suelo, para la prevención de las patologías el uso de polietileno como recubrimiento en los cimientos fue favorable.

Según (Gabino, A, 2017) en su tesis “Determinación y evaluación de las patologías en columnas, muros y vigas de albañilería confinada del cerco perimétrico del centro inicial “Niño Jesús” N° 326 del distrito de Cotaparaco, provincia de Recuay, departamento de Ancash – 2017”, Universidad Católica los Ángeles Chimbote, teniendo como objetivo determinar y evaluar las patologías en columnas, muros y vigas del lugar de estudio, la metodología fue de nivel descriptivo, no experimental de corte transversal, de tipo cualitativo y cuantitativo, con un área de estudio de 342 m², concluyendo que el nivel de severidad de daños es el 10% moderado y el 90% leve, teniendo un estado regular en sentido genérico.

Según (Mamani, L y Huarcaya R, 2018) en su tesis “Identificación y evaluación de patologías en viviendas autoconstruidas en los barrios urbano marginales de la ciudad de Puno”, Universidad del Altiplano, el objetivo general es identificar y evaluar las patologías más frecuentes en las viviendas materia de estudio y su relación con los procesos constructivos, el diseño de investigación es de tipo descriptivo, no

experimental, de corte transversal, para la recolección de datos se realizó por medio de una ficha de encuesta o de campo y la ficha de reporte o gabinete, la muestra es probabilística y estratificada, el estudio concluyo encontrando que las patologías más frecuentes post constructivas son: humedades, fisuras y grietas, corrosión y deformaciones, que presenta incomodidad en los familiares con un 57%, y el 43% tiene un mal uso de las viviendas, dichas viviendas fueron construidas en un 40% por un maestro constructor, 60% por el propietario, obteniendo que el 28% no cuenta con asesoría profesional por desconocimiento, y el 59% no cuenta con asesoría profesional por carencia de economía, y el 13% no lo considera necesario, los procesos de construcción no cuentan con los elementos estructurales según las normativas vigentes de Edificaciones, presentando deficiencias en la construcción.

Según (Ramírez J, 2015) en su tesis “Análisis patológico de las losas de concreto, alrededor del tanque elevado y de la zona de juegos de ciencia-recreación del parque Infantil Miguel Cortez De La Ciudad De Piura-Septiembre 2015, Universidad Católica los Ángeles Chimbote, el objetivo principal de la investigación es analizar las patologías existentes en el lugar de estudio, asimismo determinar las condiciones de los elementos, la metodología utilizada es de tipo no experimental, de corte transversal, donde concluyeron que el 56% de las losas de concreto presenta patologías de nivel severo, 34% nivel de severidad moderada y 10% nivel de severidad leve, existiendo dos sectores (4 y 5) con una patología de 50% de severidad severa, la muestra en estudio no cuenta con un plan de mantenimiento. Predominando la patología de descamación de esquina con 14%, con 12% descascaración de junta, grieta de esquina y punzonamiento, y con un menor porcentaje de 11% en pulimento de agregados y mapa de grietas.

Bases teóricas

(Rodríguez, 2004, Pág. 16) En la actualidad las definiciones de calidad comprenden un conjunto de cualidades que se consideran sobre una cosa, en el campo de la ingeniería estas virtudes deben ser consideradas en las edificaciones que se utilizan en las diferentes actividades para cumplir las condiciones básicas para las que han sido desarrolladas. Estas condiciones básicas se encuentran descritas en las normativas vigentes sobre edificaciones publicadas por el estado peruano.

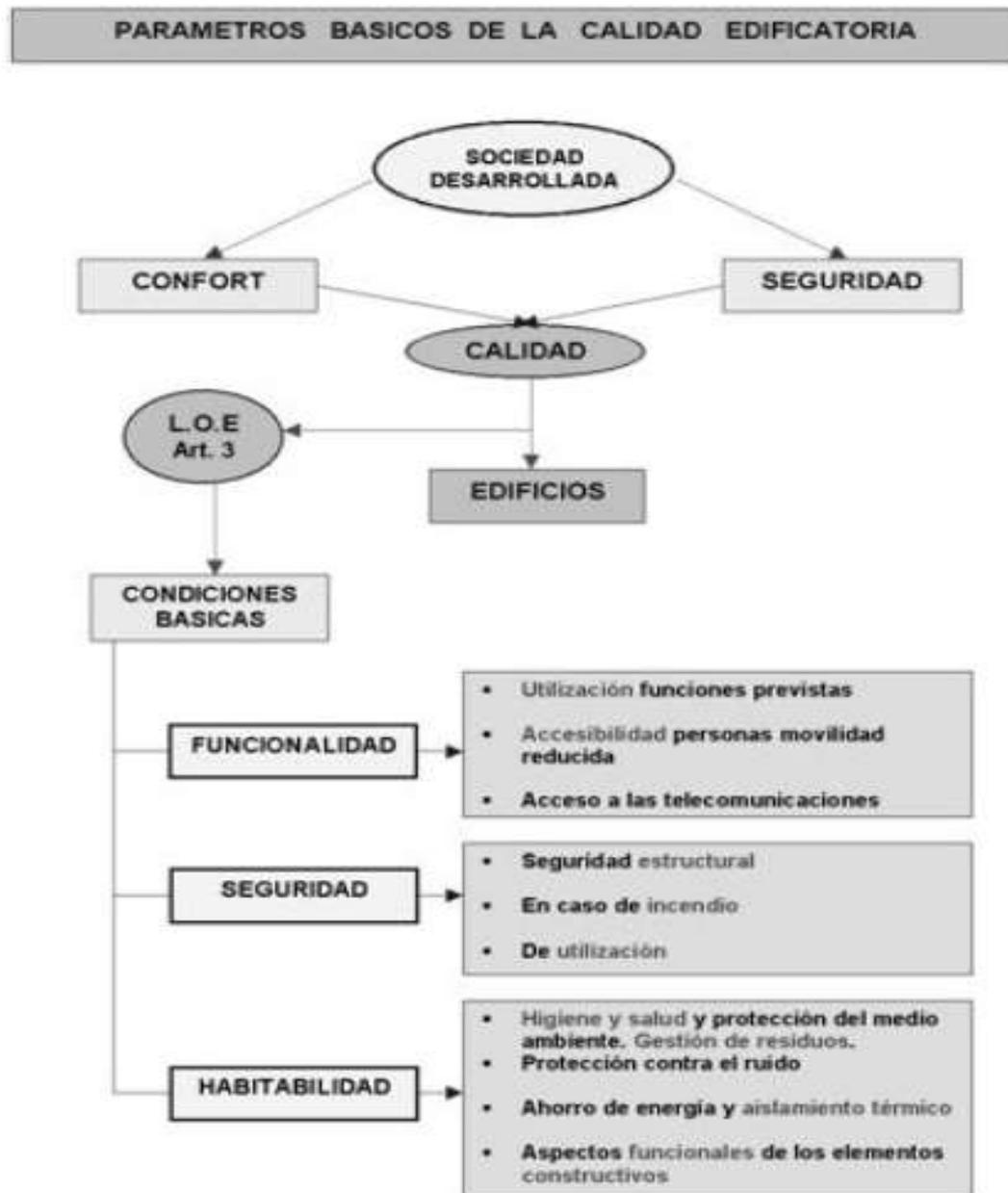


Figura 1: Parámetros básicos de la calidad edificatoria.

En toda edificación se debe considerar tres tipos de productos que en conjunto son el propio edificio:

- Materiales fabricados fuera de la obra (estructuras de concreto, las fábricas de cualquier tipo o las cubiertas).
- Materiales manufacturados fuera de la obra (solados, alicatados, aplacados, pinturas, etc)

Elementos completos elaborados también en el exterior y que se superpone al edificio (carpintería, cerrajerías, aparatos y otros componentes de las instalaciones)

(Rodríguez, 2004, Pág. 16) El no realizar el seguimiento al control de calidad de las edificaciones puede producir problemas desde la concepción, diseño de la estructura de la edificación, el mantenimiento del mismo sobre el resultado de la vida útil. Muchos de los problemas, se pueden producir en las diferentes etapas como acabado, puesta en marcha, y en otras en el ciclo vital, por el deterioro de los materiales, defectuoso mantenimiento o por patologías introducidas desde el inicio del diseño, estos problemas pueden tener una estimación del 6% al 10% del costo de la edificación, en comparación con al costo del mantenimiento de las condiciones básicas que representa entre el 4.50% y el 6.50% del valor de la edificación.

Según el diccionario de medicina, la patología es el estudio de las propiedades y efectos de la enfermedad que se reflejan en la estructura y función del organismo, en el campo de la construcción, se puede describir la patología como el estudio de las lesiones o problemas degenerativos, en la alteración de materiales o elementos de la construcción, y la carencia de las condiciones básicas que deberían tener, según la norma de edificaciones (Rodríguez, 2004, Pág.16).

(Javier, O, 2020) Las edificaciones pueden sufrir diversos defectos o daños, los mismos que pueden alterar su estructura interior, exterior y su funcionalidad, algunos defectos pueden estar desde el comienzo de la edificación, otras adquiridas en el transcurso de la construcción y de su vida útil. Algunos de los defectos pueden observarse como manchas, cambios de tonalidad, abultamientos, fisuras, pérdidas de masa entre otros. Por tal motivo es de vital importancia realizar un estudio exhaustivo, las cuales van desde el conocimiento previo, antecedentes, información sobre las cargas de diseño, microclima, vida útil, proceso de construcción, uso, proceso de medición entre otros.

(Rodríguez, 2004, Pág. 17) Las edificaciones deben ser evaluadas por especialistas en el campo de la ingeniería civil, para poder definir las causales de las patologías, determinando que tipo de acciones son las adecuadas para aplicar y lograr la restauración de las condiciones básicas para su vida útil.

Las patologías son un fallo en el proceso constructivo, las mismas que pueden presentarse en tres periodos:

- Diseño y proyecto
- Construcción y su puesta en funcionamiento
- Uso de la edificación

Para la construcción de pisos concreto se deben tener en cuenta varios aspectos, uno de ellos es la capacidad de carga al cual será sometido o también llamada carga viva, el tipo de sistema de piso por el uso, diseño de la estructura dependerá del uso que cumplirán, asimismo es importante la mezcla del concreto, según las normativas vigentes en edificaciones, se debe contar con un profesional y equipo especializado que cumpla las normas de construcción.

(Becker, E y Chaix, B, 2019, Pág 13) Se debe considerar que los pisos industriales son superficies apoyadas sobre terrenos, y cuentan con la capacidad de soportar cargas excesivas y desgastes de gran tránsito. Es común que en los pisos industriales se usen las losas de concreto, las mismas que se encuentran apoyadas en terrenos mejorados, aportando rigidez y resistencias a compresión, flexión y desgaste. El piso de concreto puede llevar un recubrimiento de aditivo especial si fuera necesario, debido que en algunos casos debe soportar agentes químicos.

En los pisos industriales se puede tener como ejemplo áreas de almacenamiento como el rubro de automotriz, química, alimenticia, farmacéutica, siderúrgica, papelería, etc.

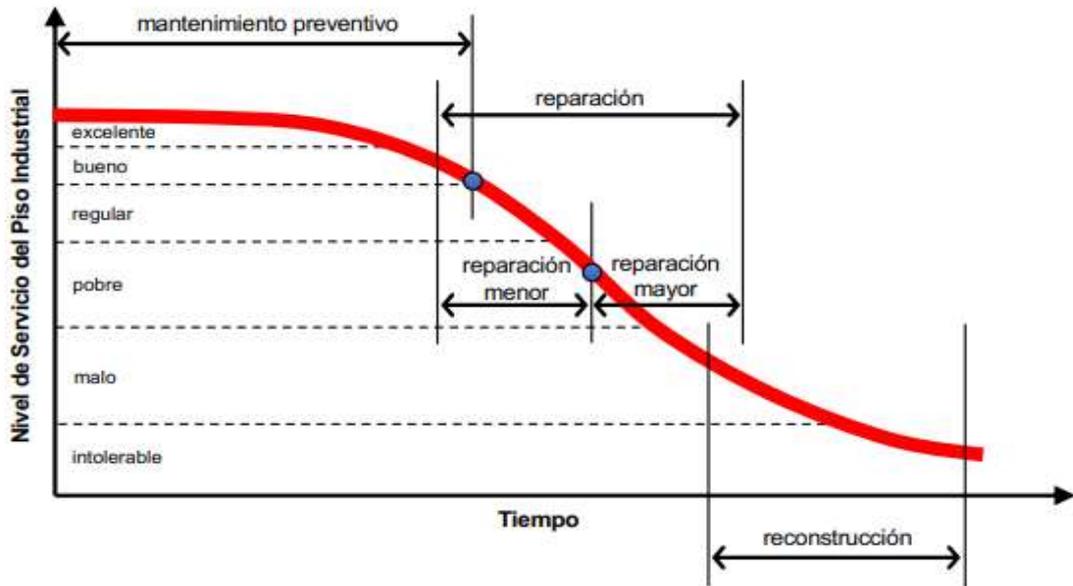


Figura 2: Curva típica de deterioro de un piso industrial.

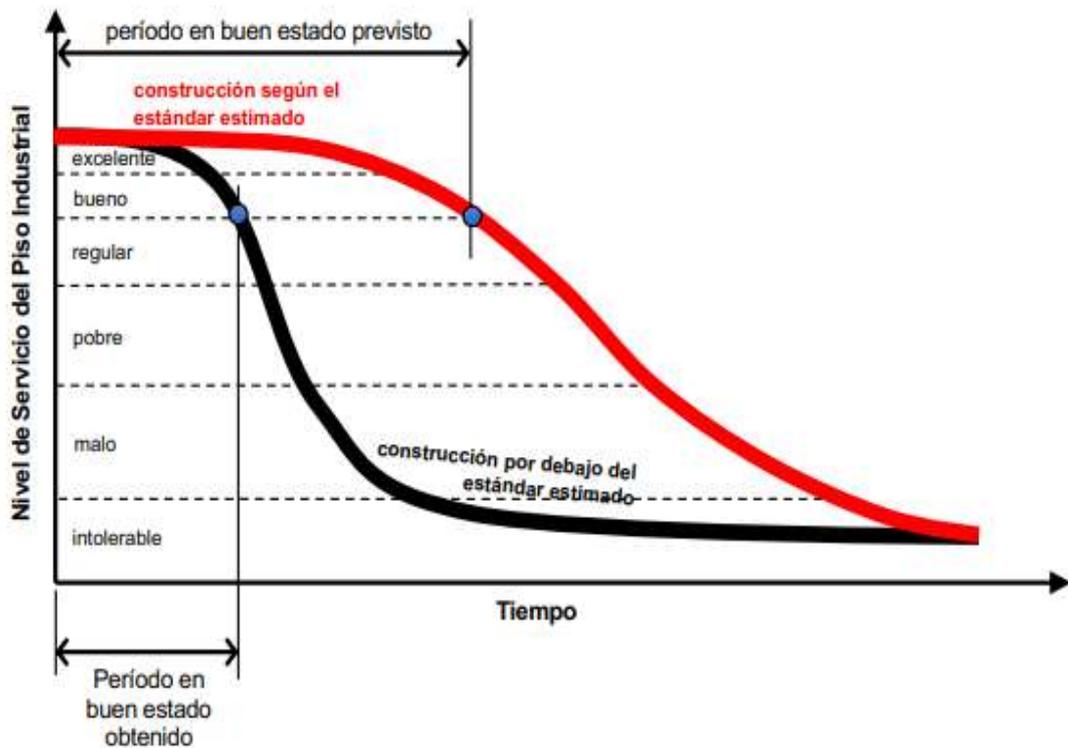


Figura 3: Modelo de deterioro e influencia de la calidad de construcción sobre la vida útil.

Tipología de las patologías: (Rodríguez, 2004, Pág.22) Las tipologías de las patologías que son agentes causantes pueden ser las siguientes:

Físicas:

Síntomas:

- Humedad
- Erosión física
- Meteorización
- Suciedad

Agente causal:

- Presencia de agua
- Condiciones atmosféricas
- Excrementos de animales

Mecánicas:

Síntomas:

- Deformaciones
- Agrietamientos
- Fisuraciones
- Desprendimientos
- Erosión mecánica

Agente causal:

- Cargas y sobrecargas
- Incremento esbeltez
- Dilataciones
- Retracciones
- Mala ejecución
- Acción del viento
- Uso continuado

Químicas:

Síntomas:

- Disgregación o disolución
- Oxidación
- Eflorescencias
- Explosión – combustión
- Deformación
- Meteorización

Agente causal:

- Contaminantes ambientales
- Presencia de agua
- Disolución de sales

- Presencia de llamas
- Temperatura
- Proceso involutivo

Electro-químicas:

Síntomas:

- Corrosión

Agente causal:

- Presencia de agua
- Mala ejecución

Biológicas:

Síntomas:

- Pudrición parda
- Pudrición blanca
- Disgregación

Agente causal:

- Presencia de hongos
- Presencia de xilófagos

Descripción de las patologías:

Fisuras: (Vélez, 2009) Se muestra como la rotura de la masa de concreto, que es manifestada en la parte exterior por medio de un desarrollo lineal, se debe considerar que las fisuras pueden ser superficiales (sin mayor importancia) y profundas (puede causar daños en la estructura).

Nivel de fisura (Sotomayor, C, 2020, Pág. 2):

- Nivel muy bajo: se considera nivel muy bajo cuando el ancho de la fisura de es $e < 0.05$ mm.
- Nivel bajo: se considera nivel bajo cuando el ancho de la fisura se encuentra entre $0.1 < e < 0.2$ mm.
- Nivel moderado: se considera nivel moderado cuando el ancho de la fisura se encuentra entre $0.2 < e < 0.4$ mm.

Grietas: (Morales, R, 2006, Pág. 54) Las grietas se presentan cuando se excede la resistencia a la tensión, por lo tanto, se debe limitar el ancho de las mismas. Para realizar un correcto control de grietas será por una adecuada distribución del refuerzo.

(Aguado, A, 2006), Las grietas trabajan a diferente de las fisuras, y para dar solución a esta patología se debe eliminar la causa o el agente que lo ocasiona y realizar trabajos para subsanarlos.

Nivel de grieta (Sotomayor, C, 2020, Pág. 2):

- Nivel alto: se considera nivel alto cuando el ancho de la grieta se encuentra entre $0.4 < e < 1.0$ mm.
- Nivel muy alto: se considera nivel muy alto cuando el ancho de la grieta se encuentra $e > 1.0$ mm

Hundimiento: (Ministerio de obras públicas y comunicaciones, 2016, Pág. 143) Describe al hundimiento como la depresión o descenso de la superficie original del pavimento en una determinada área localizada, el mismo que tiene amplitud y extensión variable.

Nivel de hundimiento (Saenz, 2020):

- Nivel Severo: se considera que todos los porcentajes y áreas en un caso de hundimiento son considerados severos, para lo cual se debe reconocer el origen que lo ocasiona el hundimiento, corregir y reconstruir la zona afectada.

Proceso de actuación ante patologías: (Rodríguez, 2004, Pág.23-26) Se describe los pasos a seguir ante la presencia de patologías en edificaciones:

Fase de estudio: En esta fase de debe evaluar los elementos constructivos con diferentes instrumentos que ayuden al análisis de las patologías, se debe tener en cuenta la acción de detener el transcurso de la lesión o anomalías de manera inmediata, se debe determinar área afectada del elemento constructivo, seguido se tendrá que delimitar la zona afecta, a fin de establecer el análisis de la falla identificando la etiología.

Fase de dictamen: Se realiza el análisis de las lesiones y la clasificación de la gravedad del mismo, considerando los niveles de: Estado de confianza el cual no aparecen situaciones de riesgo, Estado de precariedad cuando se detectan carencias en las edificaciones disminuyendo las condiciones de seguridad por debajo del nivel,

considerado adecuado. Estado de Peligro, las fallas detectadas pueden producir que la edificación no cumpla la funciones para el cual fue construida. Estado de ruina física, es el estado de gravedad de las lesiones, el edificio pierde su funcionalidad por consecuencias de las condiciones en la que se encuentra.

Fase de decisión: En esta fase se toman acciones en relación a las conclusiones alcanzadas por medio de las fases previas, para paralizar el avance de las patologías o subsanarlas.

- Reparación
- Refuerzo
- Sustitución
- Consolidación

Fase de ejecución: Ejecución de las decisiones tomadas, sobre los trabajos a realizar para subsanar las patologías de las edificaciones.

Fase de comprobación: seguimiento de la evolución de las edificaciones con las condiciones básicas obtenidas por las fases anteriores, con el fin de comprobar que se obtuvo un resultado positivo.

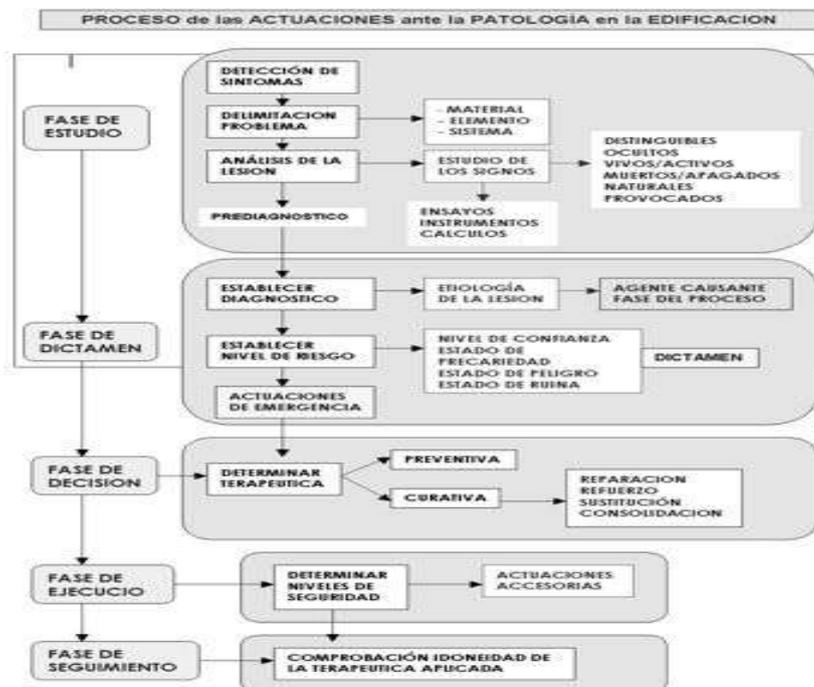


Figura 4: Proceso de actuaciones ante patología de las edificaciones-

(Harrington D y Fick G, 2014, Pág. 9) La evaluación de las condiciones de los pavimentos de concreto es parte importante del proceso de preservación y rehabilitación. La evaluación tiene que ser completa, la misma que debe entregar información de muy importante sobre las condiciones de los pavimentos, su capacidad y sus limitaciones. Las evaluaciones deben contener:

- Identificación in situ de las capas del pavimento.
- Características y comportamiento de los materiales utilizados.
- Descripción de los deterioros.
- Determinar la condición estructural actual y su capacidad para soportar cargas.
- Condiciones de la rasante, rugosidad, fricción y nivel de ruido.

Para realizar las evaluaciones de una edificación, se deben contemplar las siguientes actividades:

- Recolección de antecedentes históricos.
- Revisión en el lugar, por medio de revisión visual.
- Análisis de muestras.
- Informe de evaluación.

(Harrington D y Fick G, 2014, Pág. 12) La inspección visual o también llamado revisión en el in-situ, se emplea para la obtención de información inicial sobre la situación actual y el comportamiento del pavimento y los factores causantes de las fallas. Para el examen ocular se debe contar con personal capacitado, para posteriormente registrar los resultados. La severidad del daño señala las medidas a considerar para la rehabilitación.

Cargas: (Reglamento Nacional de Edificaciones 2010, Pág.365) Las edificaciones deberán tener la capacidad de resistir las cargas de su propio peso y las cargas vivas provenientes de su uso, para la cual fueron diseñadas, no debiendo ocasionar esfuerzo ni deformaciones; asimismo, deberán cumplir con las cargas indicadas según el reglamento vigente, dichas cargas deben ser dadas según el uso que tenga de la edificación.

Las cargas son las fuerzas que resultan del peso de la construcción (materiales), ocupantes (habitantes, pertenencias), medio ambiente y movimientos.

Cargas muertas: consiste en el peso propio de los elementos estructurales de la edificación como equipos, tabiques, etc.

Cargas vivas: consiste en el peso de los usuarios de la edificación, materiales, equipaje, pertenencias, muebles, entre otros.

Tipología de carga de los pisos: (Salsilli, 2011, Pág. 35-36) Los pisos industriales son sometidos a diversos tipos de cargas de las cuales se pueden mencionar dos, las primeras que provienen del almacenamiento de productos y la segunda de los equipos y maquinarias empleados para almacenar los mismos.

Los pisos industriales son sometidos a las siguientes cargas:

- Cargas de ruedas de vehículos.
- Cargas concentradas.
- Cargas distribuidas.
- Cargas lineales.
- Cargas de construcción.
- Efectos ambientales.

Para realizar los diseños de pisos de concreto se deberá tener presente el tipo de carga que serán utilizados en lo largo de su vida útil.

La carga total para el diseño del piso de concreto, es la suma o resultado de los productos, materiales y elementos almacenado en el piso de concreto o en otras áreas dentro del mismo.

Las cargas concentradas son las que se consideran como factor relevante para el diseño del piso de concreto, debido a que dichas cargas concentradas producen una fuerza de tracción mayor a las cargas distribuidas; por lo tanto, es de vital importancia tomar los valores de las cargas concentradas para el diseño del piso de concreto.

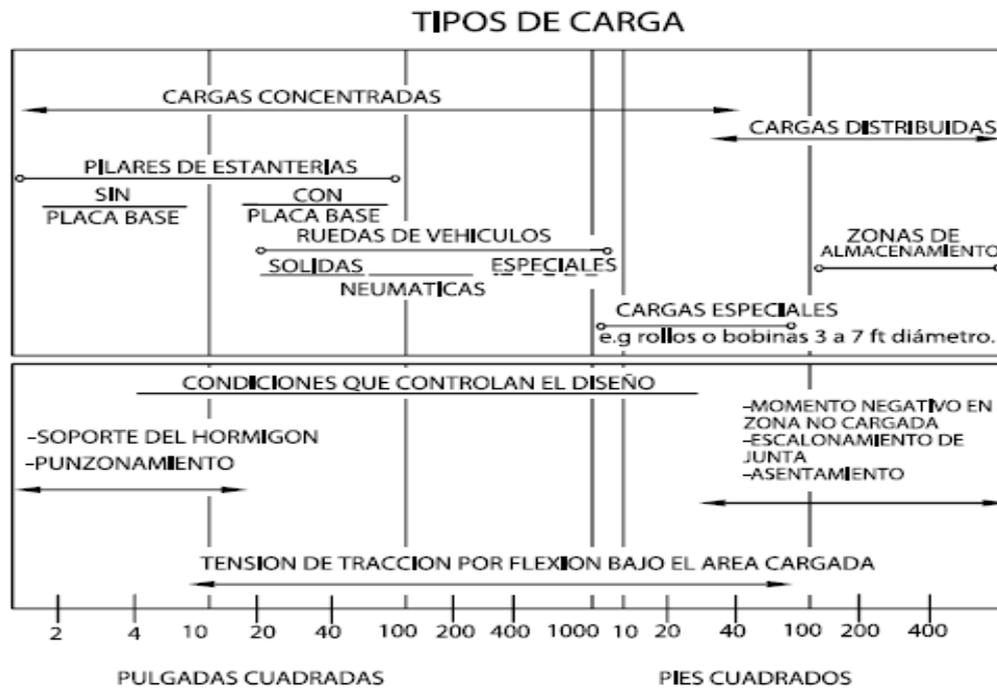


Figura 5: Condiciones de carga que controlan el diseño del espesor de un piso.

Vehículos de Bomberos.

Tipo de carrocería: (SUNAT, 2019) En las normas vigentes para las descripciones mínimas de unidades vehiculares nuevos y usados establecidas por la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, esta clasifica que las unidades vehiculares que los Bomberos pueden utilizar para la atención de emergencias, son las que se detallan a continuación:

Vehículo de Bomberos: (SUNAT, 2019) Es una unidad vehicular para uso exclusivamente especial, el cual se encuentra debidamente acondicionado con tanques y bombas de agua o espuma, mangueras, herramientas, escaleras, para asistir a emergencias, encendidos, accidentes o rescates.

Clasificación vehicular o categoría vehicular:

- Vehículos bomberos de la categoría M1.
- Vehículos bomberos de la categoría M2.
- Vehículos bomberos de la categoría M3.
- Vehículos bomberos de la categoría N1.
- Vehículos bomberos de la categoría N2.
- Vehículos bomberos de la categoría N3.
- Vehículos bomberos de la categoría O1

- Vehículos bomberos de la categoría O2
- Vehículos bomberos de la categoría O3.
- Vehículos bomberos de la categoría O4.

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2003, Pág., 21) Los pesos máximos permitidos para los vehículos son de 48 toneladas, según las categorías antes descritas.

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2003, Pág., 54) Según las categorías establecidas por la SUNAT para los vehículos de bomberos, se describe el peso máximo permitido por categoría según las normativas vigentes del MTC:

- Categoría M2: Peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.
- Categoría M3: Peso bruto vehicular de más de 5 toneladas.
- Categoría N1: Peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos.
- Categoría N2: Peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 toneladas.
- Categoría N3: Peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.
- Categoría O1: Peso bruto vehicular de 0,75 toneladas o menos.
- Categoría O2: Peso bruto vehicular de más 0,75 toneladas hasta 3,5 toneladas.
- Categoría O3: Peso bruto vehicular de más de 3,5 toneladas hasta 10 toneladas.
- Categoría O4: Peso bruto vehicular de más de 10 toneladas

Pisos de Concreto: (Salsilli, 2011, Pág. 11) Para la construcción de pisos de concreto se tendrá que considerar en los diseños, el tipo de infraestructuras que se empleara, las mismas que deben estar consideradas dentro de las funciones a las que será sometida el piso de concreto, se pueden considerar que se cuenta con diferentes tipos, que se detallan a continuación:

- Pisos de concreto simple con juntas con o sin dispositivos de transferencias de carga.
- Pisos de concreto reforzados para el control de ancho de grietas.
- Pisos de concreto con fibras
- Pisos de concreto de retracción compensada.
- Pisos de concreto postensados.

Los tipos de pisos cuentan con diversas ventajas y desventajas, las mismas que se deben contemplar para poder determinar el sistema de piso de concreto a instalar, según el fin o a las funciones que será sometido el mismo.

Los pisos de concreto pueden ser industriales o comerciales, dichos pisos deben ser diseñados y construidos considerando los aspectos económicos a lo que se encuentran ligados.

Para la ejecución de estos pisos es importante que las partes deban tener una adecuada comunicación con todos los involucrados en el proyecto (propietario, inversionista, arquitecto, ingeniero, proyectista y constructores) la misma que debe cumplir con un nivel de calidad considerable para los proyectos a realizar.

Para la elaboración de los pisos se deben considerar varios criterios con el fin de realizar un piso con adecuado nivel de calidad para el objetivo realizado, como se precisan a continuación:

- Uso del piso.
- Tipo de cargas y magnitud a las que será sometido el piso.
- Características de regularidad superficial requeridas para el funcionamiento del piso.
- Determinar las características ambientales a las que se encontrara sometido el piso.

Se debe reunir la información antes descrita para poder establecer el sistema de piso a construir, que cumpla con los estándares de calidad y con las funciones a las que será sometido.

(Salsilli, 2011, Pág. 13) Para las estructuras de los pisos industriales, se considera una subbase granular sobre el cual se construye el piso de concreto (estructura conformada por losa de concreto y subbase).

La estructura del piso de concreto se deberá instalar sobre una superficie preparada, la cual se denomina subrasante (corresponde al suelo de fundación que soporta la estructura de pavimento).

La subbase, proporciona una plataforma compacta, uniforme y estable para el proceso constructivo del piso, dependiendo del proyecto, a la superficie del pavimento se puede

incorporar endurecedores de superficie de cuarzo o metálicos, también líquidos, conocidos como “Topping”, la cual tiene como función otorgar mayor resistencia al desgaste debido al tránsito superficial del piso como consecuencia de las funciones a las que será sometido, una de las alternativas de solución para este desgaste es poder densificar la superficie en la etapa de acabado. En el caso que el piso fuera expuesto a mucha humedad se puede colocar una membrana impermeable (láminas de polietileno) que sirva de barrera protectora contra la humedad, colocado bajo la subbase.

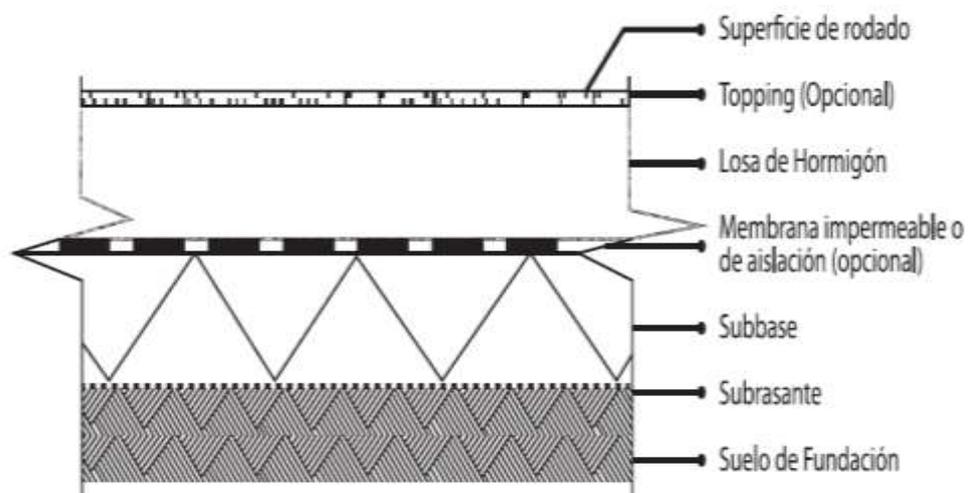


Figura 6: Elementos de un piso industrial de concreto.

(Salsilli, 2011, Pág. 13) Como se ha descrito líneas arriba, para determinar o seleccionar el tipo de piso a construir, es de vital importancia saber el objetivo del mismo, eso quiere decir que se debe tener conocimiento del uso para el cual será diseñado, las cargas vivas que actuarán sobre él, servicio requerido, cargas a las que será expuesta, resistencia química, desgaste superficial, etc. La resistencia del desgaste está relacionada con el diseño de la mezcla del concreto, tipos de materiales, acabados y curado.

Se puede indicar que los ataques químicos son productos del derrame de productos químicos agresivos al concreto, como por ejemplo fuga de líquidos de unidades vehiculares. Para determinar el daño producido por los ataques químicos, se debe considerar diferentes aspectos de la exposición como: composición y concentración del agente químico, del pH, permeabilidad del concreto, tiempo de exposición, cualquiera de estos aspectos producirá un daño superficial en el piso, el mismo que va

a depender del tiempo al que fue expuesto por los químicos, para estos casos se puede considerar un protector superficial del piso (ejemplo productos en base a resinas).

Tipos de pavimentos (Salsilli, 2011, Pág. 13-15)

Pavimentos de concreto simple con juntas c/s dispositivos de transferencia de carga: consiste en proporcionar un espesor de losa adecuada para prevenir agrietamiento por fatiga (transversal, longitudinal y esquina), distancia entre juntas, se construyen juntas con el fin de direccionar y disminuir el agrietamiento transversal por tensiones de alabeo, contracciones y abertura de juntas, sin este control de agrietamiento se producen fallas al poco tiempo del fraguado del concreto, tanto desde la funcionalidad como estructuralmente. Los agrietamientos se pueden producir por la acción de recibir cargas de tránsito pesadas, transferencias de carga baja o alabeo, para disminuir el agrietamiento se tendrá que mejorar la transferencia de carga y/o aumentar el espesor del piso de concreto; por lo tanto, las variables significativas en las fallas antes mencionadas, deben corresponder al espesor de losa y la resistencia a flexotracción del concreto.

Pisos de concreto reforzado: consiste en prevenir la presencia de grietas de retracción entre juntas por medio de un refuerzo de acero, dicho refuerzo puede ser por medio de: barras de acero, mallas de acero electro soldadas, fibras metálicas o sintéticas. Dicho refuerzo (barras o mallas) debe colocarse a una profundidad igual o mayor a $1/3$ del espesor de la losa (con el fin de controlar la presencia de grietas). Para losas de concreto simple (espesores insuficientes para resistir las cargas) para el refuerzo se debe utilizar el sistema de concreto armado (ACI 318). Utilización de fibras en el concreto (comunes son fibras metálicas y las de polipropileno), la distribución de estas fibras permite de manera eficientes absorber los esfuerzos de retracción por secado del concreto ya endurecido, esfuerzos por cambios de temperatura, disminución de agrietamiento productos de esfuerzos, aumentando la tenacidad del concreto, permite mayor separación entres juntas, mejor trasferencia de cargas por medio de juntas de contracción, manteniéndolas más cerradas, conservando la trabazón mecánica entre los áridos a cada lado de la grieta:

- Fibras metálicas: son de un material de acero de diferentes formas, con una longitud de 0,75 a 2,5 pulgadas, dichas fibras son combinadas con el concreto (en la maquina mezcladora), produciendo una masa homogénea (entre el concreto y la fibra) de tal manera que el refuerzo de fibra se encuentra distribuido de manera uniforme en toda la masa, con el objetivo de brindar un refuerzo multidireccional. Una de las características de las fibras metálicas es lograr una buena adherencia con el concreto, las fibras de acero mejoran las propiedades de ductilidad, dureza, resistencia al impacto y resistencia al desgaste, lo cual depende de la longitud de las fibras, de su diámetro, densidad, resistencia a la flexión y módulo de elasticidad.
- Fibras sintéticas.- este tipo de material también son combinadas directamente a la mezcla del concreto, produciendo una masa homogénea, la cual estará distribuida de forma uniforme y estará dispersa en el concreto, las ventajas de estas fibras sintéticas son el soporte interno del concreto, produciendo una exudación uniforme con el fin de evitar la segregaciones de los materiales, disminuye la presencia del agrietamiento por retracción plásticas en la etapa de rigidización y contracción inicial del concreto, dichas fibras mantienen estas microfisuras más cerradas producto de la fricción entre las fibras y los áridos.

Pavimentos de concreto de retracción compensada. - es un concreto expansivo, la cual está debidamente restringido por la armadura la misma que se coloca a una profundidad igual a 1/3 del espesor de la losa y la fricción entre la losa y la subbase granular, dicha expansión inicial es igual o ligeramente superior a la retracción de fragua prevista. El objetivo final esperado es que el concreto permanezca con tensión nula o con una ligera compresión residual, logrando minimizar el riesgo de fisuración y alabeo. Pudiendo ser los paños de una longitud hasta 45 m.

Pavimentos de concreto Post Tensado: Mediante el tensado de cables de acero, tiene como objetivo proporcionar un estado de compresión en el piso de concreto, dichos cables se encuentran insertos en la losa de concreto, las cuales según diseño se encuentran en una o en dos direcciones, de tal forma que el concreto está en estado

tensional de compresión, logrando disminuir el nivel de compresión en la losa. Con esta técnica se puede diseñar grandes paños sin la presencia de juntas o con juntas que se encuentran inadvertidas por la compresión.

Análisis Granulométrico (ASTM D 1241): (Universidad Centroamericana – José Simeón Cañas), La granulometría o análisis granulométrico de un agregado se entiende como todo proceso manual o mecánico por medio del cual, comprende retener o separar las partículas que constituyen el agregado según tamaños, de igual forma se puede identificar la cantidad en peso de cada tamaño que aporta el peso total, la metodología es retener y separar por tamaño, se utilizan mallas de distintos diámetros de abertura, las mismas que determinan los tamaños máximos de la muestra en cada una de ellas, los pesos se expresan en porcentajes retenidos en cada malla del total de la muestra.

(ASTM International) La designación D 1241 -00 “Especificación estándar para materiales para agregado de suelos, sub-base, base y capas de rodadura, las especificaciones tratan sobre la calidad y el calibrado de los materiales para el uso en la construcción y la combinación de los materiales para la construcción, en la normativa se establecen dos tipos de mezclas:

- Tipo I, Mezclas conformadas por piedras, grava o escoria con arena natural o triturada y partículas minerales finas.
- Tipo II, Mezclas que consiste en arena natural o triturada con partículas minerales finas, con o sin piedras, grava o escoria.

Como requisitos generales se tienen:

- Agregado grueso: es un material grueso retenido en un tamiz N° 10 (2,00 mm), compuesto por partículas duras, durables o fragmentos de piedra, grava, arena o escoria. Debe tener un porcentaje de desgaste, por la prueba de desgaste de no más de 50.

- Agregado fino: material que pasa el tamiz N° 10 (2.00 mm), consiste en arena natural o triturada y partículas minerales que pasan por el tamiz N° 200 (75 μ m)

Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D 1557): (Universidad de Ingeniería) El objetivo del ensayo del Proctor modificado, se concentra en hallar la relación entre el contenido de agua y el peso unitario seco de la muestra, para lo cual se determina la curva de compactación, dando como resultado el óptimo contenido de humedad máximo y el peso unitario seco. Este tipo de ensayo se aplica solo para suelos que tienen 30% o menos en peso de la muestra retenida en el tamiz de $\frac{3}{4}$ " pulg (19,00 mm). Los moldes a utilizar dentro de este ensayo pueden ser de 4 o 6 pulgadas (101,6 ó 152,4 mm) de diámetro, pisón de 10 lbf (44,5 N), altura de 18 pulgadas (457 mm), produciendo una compactación de 56 000 lb-pie/pie³ (2 700 kN-m/m³).

De este método, resulta un Peso Unitario Seco Máximo definido para suelos que no drenen libremente. Para los casos de suelos que drenan libremente el peso unitario máximo no estará bien definido. El suelo como relleno en el área de ingeniería se compacta para obtener propiedades satisfactorias como resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad o permeabilidad, mejorar sus propiedades requeridas, este ensayo busca proporcionar las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido del agua que se necesiten para obtener las propiedades y garantizar la compactación requerida.

Compactación del Suelo: (Rico A. y Del Castillo H, 1992) Consideran que la compactación es un proceso mecánico que tiene como finalidad mejorar las características de los materiales que conforman los suelos.

Con la compactación se busca mejorar la deformación, disminuir la compresibilidad de los suelos, incrementar la estabilidad volumétrica, resistencia al esfuerzo cortante, mejorar en la relación esfuerzo-deformación, flexibilidad de la deformación, la permeabilidad, incrementar la resistencia de los suelos compactados a la erosión.

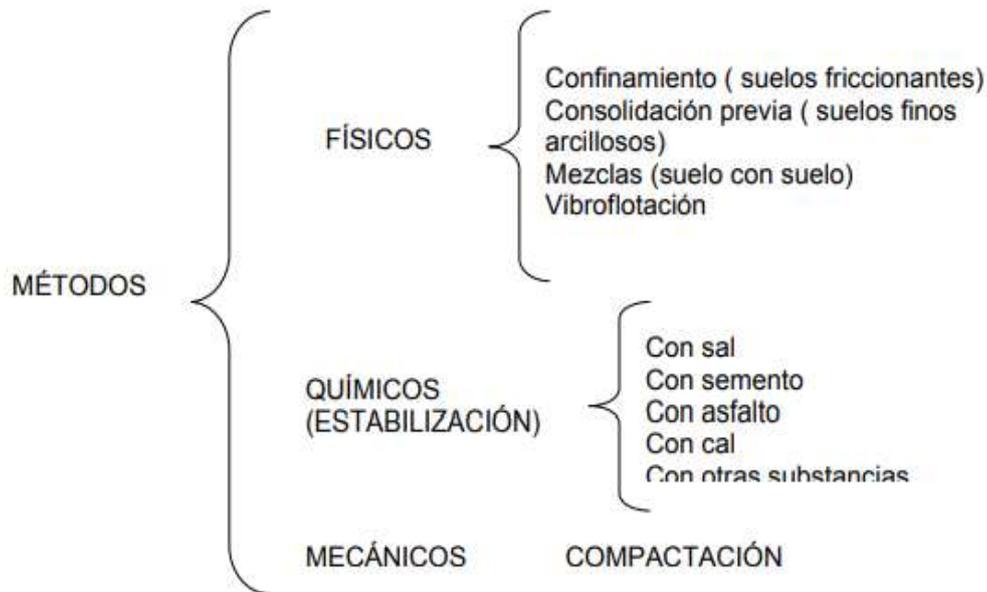


Figura 7: Métodos de mejoramiento de suelos.

La compactación es una técnica de trabajo de campo, las mismas que se comprueban y realizan ensayos en los laboratorios o pueden ser trabajos de investigación teórica, teniendo en cuenta que el proceso de compactación en el campo debe ser para contribuir, teniendo como finalidad el mejoramiento de compactación de suelos.

Los modos para compactar materiales en el campo se clasifican en las siguientes categorías:

Por amasado: se identifica en el campo por la acción del rodillo simple o pata de cabra, o rodillos neumáticos, los que ejercen un efecto de cizallamiento masivo.

Tabla 1.

Rodillos pata de cabra, efecto de la presión de contacto en el peso volumétrico seco máximo

Tipo de suelo	presión de Contacto Kg/cm ²	Area de contacto cm ²	No. de pasadas	Grado de compactación Obtenido, respecto a la Prueba proctor estándar
Arena arcillosa	17.5	43.75	9	99
	31.5	43.75	9	99
Arcilla limosa I	17.5	43.75	8	102
	35.0	43.75	8	101
	52.5	43.75	8	101
Arcilla poco Plástica	8.7	87.5	12	101
	26.2	87.5	12	101
Arcilla plástica	8.0	75.25	64	108
	17.5	31.5	64	108
Arcilla limosa II	8.0	75.25	64	112
	17.5	31.5	64	111
Arcilla arenosa	8.0	75.25	64	104
	17.5	31.5	64	101
Mezclas de grava Arena y arcilla	8.0	75.25	64	100
	17.5	31.5	64	99

Por presión: son los rodillos por presión los cuales se clasifican en:

- Rodillos lisos: pueden ser en modalidad de arrastradas o autopropulsadas, presenta una superficie metálica, en la actualidad los rodillos lisos tienen un sistema de vibración para la compactación de arenas y gravas, no siendo considerado para compactar materiales arcillosos
- Rodillos neumáticos: son útiles para todo tipo de suelos, obteniendo resultados favorables, presenta llanta flexible llena de aire, que

proporciona áreas de transmisión de presiones grandes para el efecto de densificación.

Por impacto: son compactadores por impacto de tipo de pisonos: manuales y otros con dispositivo de rebote, rodillo tipo Tamper, los que proporcionan su acción de impacto a base de velocidades de operaciones. Puede ser utilizado para compactación en zonas donde los rodillos antes mencionados no pueden ingresar. Los rodillos tipo Tamper tiene sus mejores resultados en suelos finos con contenido de grava y gujarros suelos finos residuales.

Por vibración: emplea mecanismos de masas desbalanceadas o de tipo pulsativo, los mismos que proporcionan efecto vibratorio al compactador, pueden ser útil para cualquier tipo de suelos.

Por métodos mixtos.

Para los tres primeros tipos de compactación se puede identificar que por el tipo de terrero que se desea compactar circulan rodillos y los dos últimos se puede presentar técnicas para áreas en donde no pueden compactar los rodillos.

Los factores que influyen en la compactación de los suelos:

Naturaleza del suelo, es una característica altamente influyente en el proceso, en este caso prevalece la diferencia entre los suelos de estructura simple y forma equidimensional, el proceso de compactación genera una doble acción sobre la estructura del suelo, rompiendo y modificando la estructura original que ha tenido en el lugar de construcción. Suelos arenosos: la compactación suele conducir a formaciones menos compresibles y más resistentes, en suelos arcillosos: se debe realizar una ruptura de las estructuras iniciales, posteriormente un reacomodo por medio del método de compactación para lograr una estructura más densa.

La energía de compactación, no es fácil poder determinar el proceso que ejerce el valor exacto que se está empleando, por lo tanto, se debe modificar gradualmente. Se cuantifica en términos absolutos.

Contenido de agua: se debe establecer el peso volumétrico seco del suelo compactado y el contenido de agua del mismo, donde se emplea una energía de compactación.

Las estructuras de los suelos compactados son las formas que adoptaran los suelos al ser compactados, siendo esta una condición básica de su comportamiento posterior.

La estructura de los suelos compactados depende de los factores como mineralogía, forma y tamaño de las partículas, la composición química del agua contenida en los poros del suelo. El efecto de granulometría de grupos sobre la densificación y la resistencia a la compresión.

(Braja, D, 2015, Pág. 107) Para alcanzar el peso unitario de compactación deseada, se debe considerar el tipo de suelo y el contenido de humedad, grosor de la elevación, la intensidad de la presión que será aplicada por el equipo de compactación, el área a ser intervenida por la presión. Se debe considerar que el peso unitario se verá afectado por el número de pasadas de los rodillos en el proceso de compactación. Por lo general se alcanza el peso unitario deseado a las 4 o 6 pasadas de rodillo.

(Braja, D, 2015, Pág. 33) Análisis mecánica de suelo, consiste en la determinación de los diferentes tamaños de las partículas presentes en el suelo, el mismo que se expresa en porcentajes del peso seco total (o masa); para ello, se utilizan dos métodos:

Análisis de tamiz- se utiliza para identificar el tamaño de partículas mayores a 0.075 mm de diámetro, este análisis consiste en agitar la muestra de suelo por medio de un conjunto de tamices que tienen aberturas más pequeñas progresivamente. Generalmente se utiliza los tamices para 203 mm de diámetro, para el estudio granulométrico, primero se debe secar al horno el suelo, posterior se rompe todos los gránulos en partículas pequeñas, posterior se agita el suelo por medio de una pila de matices con aberturas de tamaño decreciente de arriba abajo, terminado este proceso se determina la masa de suelo retenido en cada tamiz.

Tabla 2.

Tamaños estándar de tamices

Tamiz núm.	Abertura (mm)
4	4.750
6	3.350
8	2.360
10	2.000
16	1.180
20	0.850
30	0.600
40	0.425
50	0.300
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
170	0.088
200	0.075
270	0.053

Análisis de hidrómetro. - es empleado para tamaño de partículas más pequeñas que 0.075 mm de diámetro, tiene como principio básico la sedimentación de los granos del suelo en agua, el procedimiento es colocar la muestra de suelo dispersa en agua, dichas partículas son depositadas en diferentes velocidades, en función a su forma, tamaño y peso.

Control de Grado de Compactación ASTM D 1556 (cono de arena): (Braja, D, 2015, Pág. 108) En el proceso de compactación para la identificación del peso unitario especificado requerido, se utilizan procedimientos estándares en el campo de compactación, en este caso se va a describir el Método del cono de arena.

(Braja, D, 2015, Pág. 109) Método del Cono de Arena. - este método consiste en utilizar un dispositivo en forma de cono de arena con un vaso o jarra de plástico, con un cono de metal unido en la parte superior:

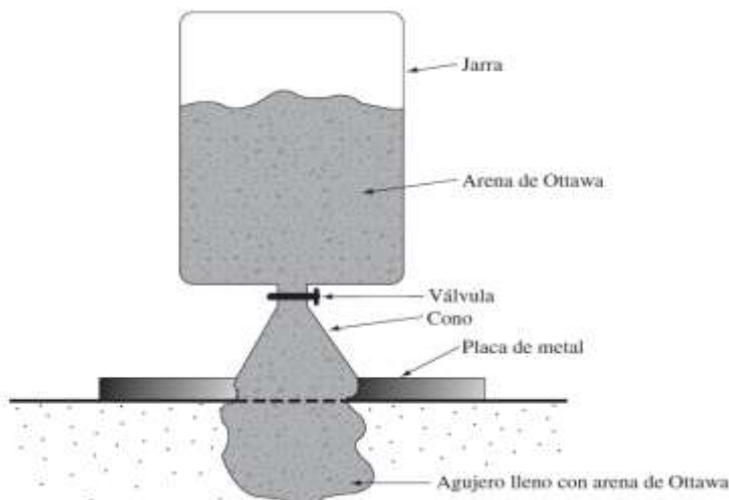


Figura 8: Determinación del peso unitario de campo con el método del cono de arena.

Se procede a llenar la jarra con arena de Ottawa (material especial de densidad conocida) seca uniforme y se determina el peso de la jarra, el cono y la arena que llena la jarra. Posterior se realiza un pequeño agujero en la zona donde el suelo ha sido compactado, se procede a invertir el cono con la jarra llena de arena y se coloca en el orificio realizado en el suelo compactado, dejando fluir la arena del cono y la jarra en el orificio, una vez que el orificio realizado y el cono están llenos, se determina el peso de la jarra, el cono y la arena restante en la jarra. Y se procede a las determinaciones a partir de las calibraciones realizadas en el laboratorio.

Juntas en el Concreto: (Salsilli, 2011, Pág. 39-46) Los problemas frecuentes en los pisos de concreto es el fisuramiento y agrietamiento como consecuencia de la restricción a los cambios volumétricos del concreto, ocasionando una tensión de tracción en este, uno de los mecanismos para disminuir los problemas en los pavimentos de concreto es la formación de juntas en la losa de concreto para controlar y dirigir el agrietamiento por retracción de fragua.

Existen diferentes tipos de juntas dependiendo de la función a realizar, ubicación y condiciones en obra:

Juntas de Aislación – Dilatación: este tipo de junta se emplea en los elementos que se tienen que independizar los movimientos de la losa y elementos estructurales adyacentes (encuentros entre muros, pilares, etc.), este tipo de junta se forman en la inserción de un material de relleno compresibles entre la losa y el elemento adyacente empotrado, la junta debe extenderse en toda la profundidad para asegurar la separación y que no sobresalga por encima de ella, este tipo de juntas no cuenta con dispositivos de traspaso de carga, es utilizable en todo tipo de pavimentos.

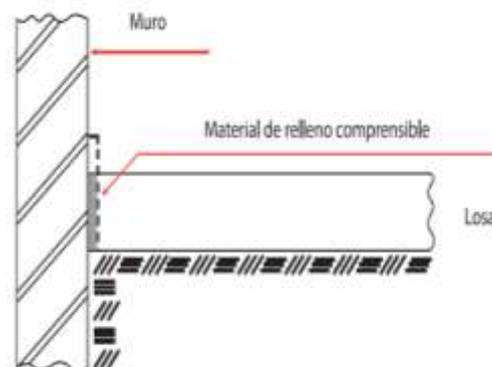


Figura 9: Junta de aislación en muro

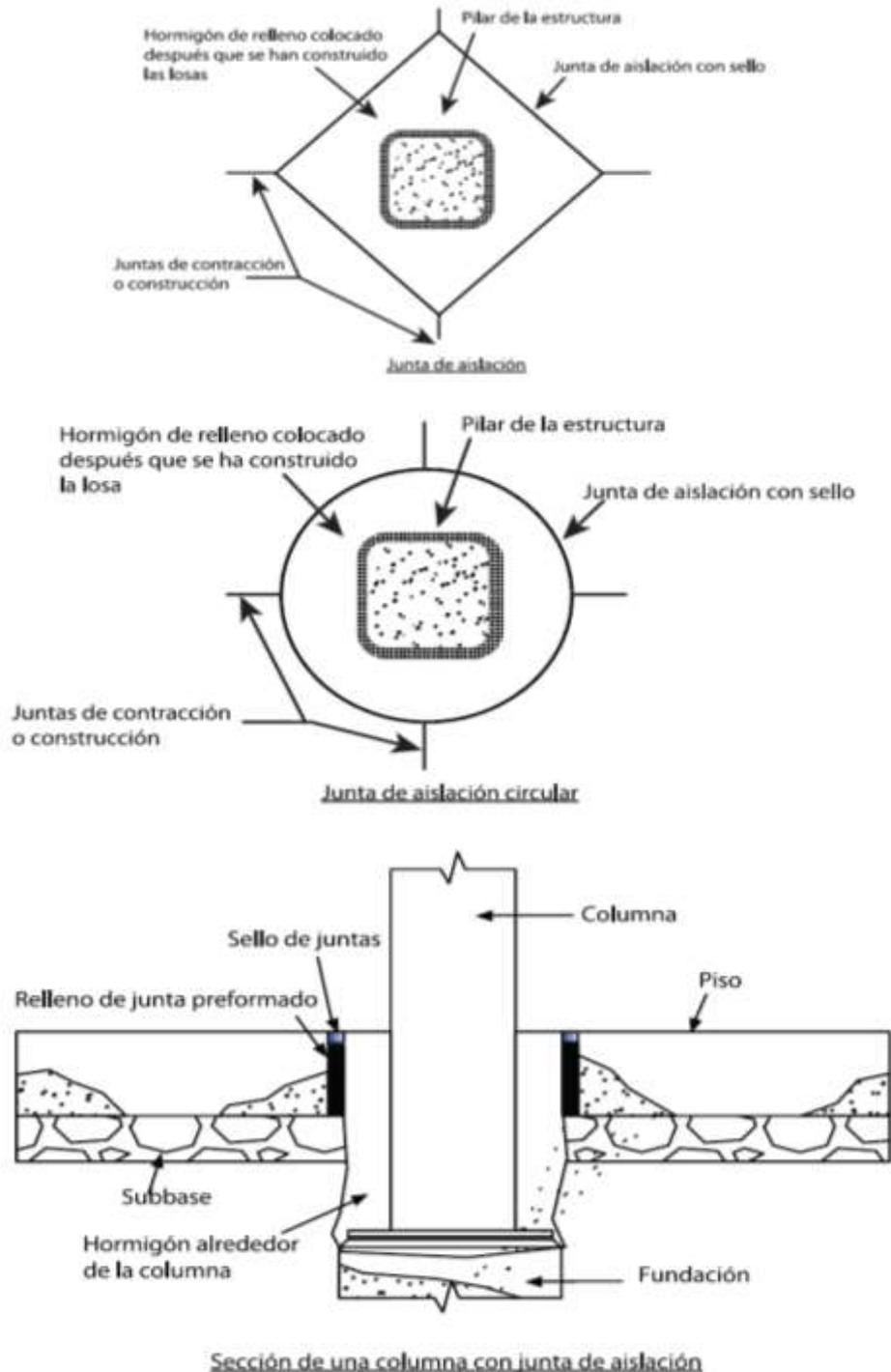


Figura 10: Juntas de aislamiento en muros y pilares (ACI 360R-10)

Juntas de Contracción (Longitudinal y Transversal) este tipo de juntas se conforman mediante un corte aserrado en la superficie de la losa, con una profundidad \geq a $\frac{1}{4}$ del espesor de la losa. Estas juntas pueden o no tener el sistema de traspaso de carga. El objetivo es introducir un plano superficial de debilidad en la losa con el fin que, al

producirse las tensiones de tracción en el concreto por los cambios volumétricos, se forme una grieta bajo cada uno de los cortes en el piso, controlando de esta forma el agrietamiento en el concreto. Las juntas se forman en líneas de pilares formando paños, de preferencia cuadros o en razones logitud/ancho.

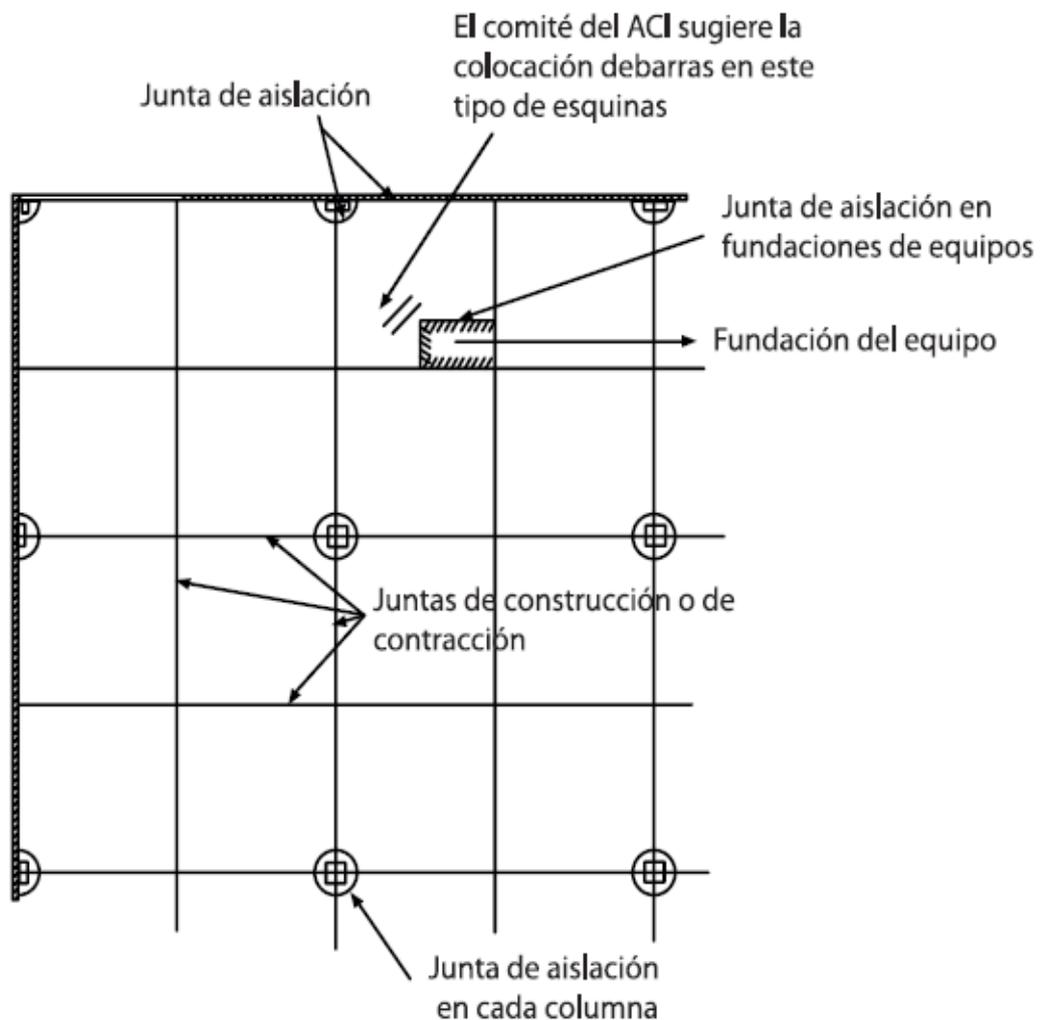


Figura 11: Ubicaciones apropiadas para las juntas (ACI 360R-10)

Juntas de Construcción (Longitudinal y Transversal), en este tipo de juntas se unen la losa en diferentes sentidos, este tipo de juntas cuenta con algún tipo de dispositivo de transferencia de carga, especialmente para pisos industriales de concreto que presenten paso de equipos de levante u otro tipo de vehículo. Se recomienda utilizar barras de acero estriadas y ancladas a ambos lados de la losa para este tipo de juntas.

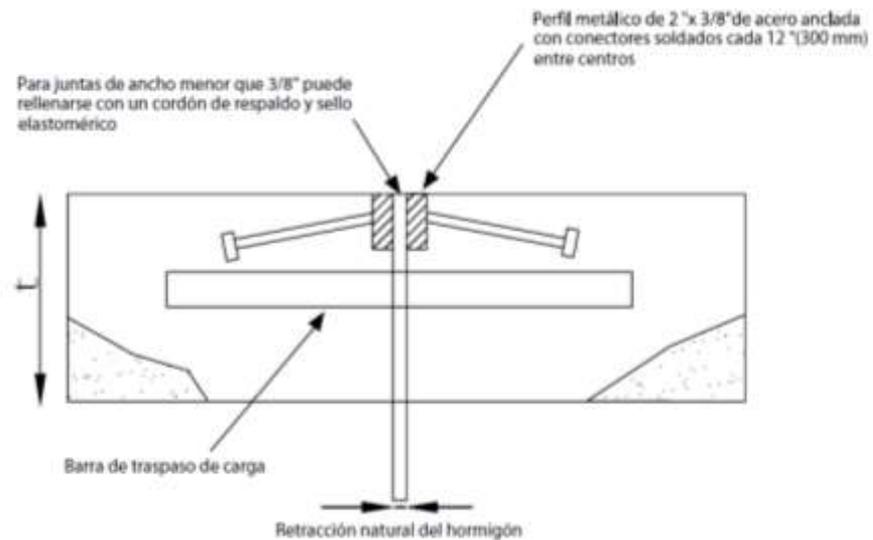


Figura 12: Detalle de junta de construcción protegida con cantonera. (ACI 360R-10)

(Salsilli, 2011, Pág. 47) Para el sellado de las juntas, se pueden utilizar tres opciones, a) pueden ser rellenas, b) selladas o c) dejarse abiertas, en el caso de los pisos considerados industriales sometidos a sobrecargas se recomienda el relleno de juntas, el mismo que es un sellado a toda la profundidad del corte, en el caso de no estar sometido a sobrecargas, se sugiere un sellado convencional (no se sella toda la profundidad del corte), el sellado se realiza para dar soporte a los bordes de las juntas y minimizar el desconche o saltadura de las mismas.

Curado del Concreto: (Sika, 2009) Recopilando la información emitida en el ACI 308 R, el curado consiste en el proceso por el cual el concreto fragua y endurece con el tiempo, con la hidratación continua del concreto, en presencia de suficiente calidad de agua y de calor.

Se puede decir entonces que el concreto requiere de una cantidad de agua para hidratarse el cual se considera un promedio del 25% de la masa del concreto, sin embargo, es necesario contar con una mayor cantidad de agua, el concreto se hidratará siempre y cuando cuente con suficiente agua hasta que todos los espacios de los poros disponibles se vean colmados de productos de hidratación. La resistencia y la

durabilidad dependen fundamentalmente del grado de porosidad de la matriz del concreto.

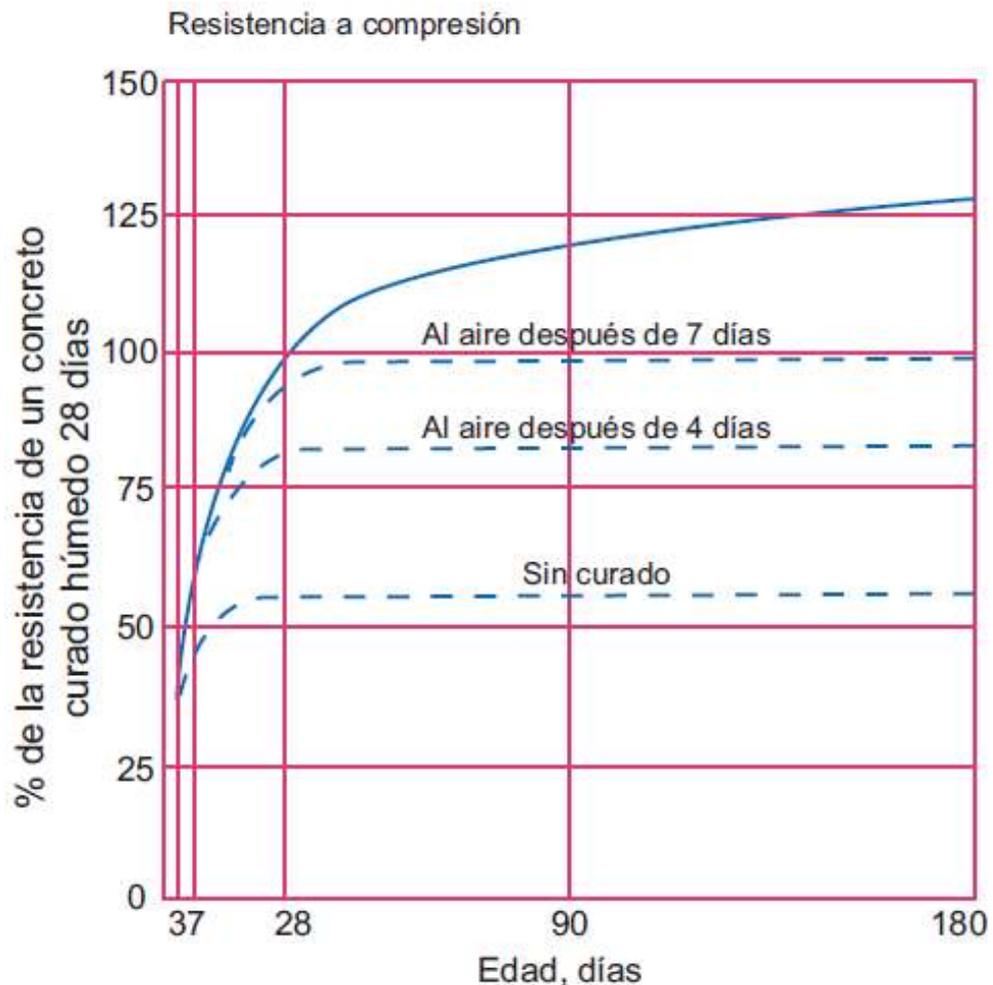


Figura 13: Resistencia a la compresión de cilindros de 15x30 cm en función de la edad para una variedad de condiciones de curado.

Para un adecuado curado es necesario considerar el factor calor, el mismo que debe superar los 5°C de temperatura de la mezcla. En el caso de tener bajas temperaturas el curado, fraguado y llegar a su resistencia requerida, se pueden ver afectados, lo contrario sucede en climas de altas temperaturas. En temperaturas bajas la mezcla curada puede alcanzar a los 28 días la resistencia deseada sobre el diseño, en climas cálidos, el proceso es más rápido, sin embargo, cuando se no desarrolla un curado adecuado el concreto puede no alcanzar la resistencia para la cual fue diseñada.

Se debe curar el concreto para garantizar las condiciones óptimas de humedad y temperatura para el mismo, desarrollando así la resistencia potencial (compresión y flexión) del concreto, reduciendo así la porosidad de la pasta, y la estructura cumplirá el tiempo de vida útil para lo que fue diseñado.

El curado se realiza regando agua de forma continua y frecuente sobre la superficie del concreto, o con el uso de aditivos especiales, materiales sellantes o de compuesto que evitan la evaporación.

Asentamiento en el Concreto Fresco (ASTM C 143): (Universidad Técnica Particular de Loja) Realizaron un resumen del método ASTM C 143, dicho métodos cubre la determinación del asentamiento del concreto, dicha determinando se realiza en el laboratorio como in-situ. El método consiste en colocar una muestra del concreto recién mezclado dentro de un molde en forma de cono truncado. Luego se procede a levantar el molde dejando que el concreto se desplome. Midiendo la distancia vertical al centro desplazado y se registra el valor del asentamiento del concreto, todo con la finalidad de verificar la trabajabilidad del concreto para el cual fue diseñado.

Concreto Armado: Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019) las normativas vigentes indican que en cualquier etapa del proceso del proyecto se puede solicitar los ensayos en las obras de concreto armado, con el fin de verificar la calidad en todos los materiales utilizados. Los muestreos y ensayos de los materiales y del concreto se deben realizar de acuerdo a las normativas técnicas vigentes nacionales o las Normas ASTM de corresponder. Todo material empleado en la obra debe corresponder a la muestra tomada para la selección de la dosificación para los muestreos o ensayos.

Cumplimiento de la normativa, según:

Cementos: Debe cumplir con los requisitos de las NTP:

- 334.009:2016 (Cemento Portland. Requisitos).
- 334.082:2016 (Cemento Portland. Requisitos de desempeño).
- 334.090:2016 (Cemento Portland adicionados. Requisitos)

Agregados: Deben cumplir con la

- NTP 400.037:2018 (Agregados para concreto. Requisitos).
- NTP 239.700:2017 (Lineamientos para reducir el riesgo de reacción nociva del álcali-agregado en el concreto).

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:

- a) $1/5$ de la menor separación entre los lados del encofrado.
- b) $1/3$ de la altura de la losa, de ser el caso.
- c) $3/4$ del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Asimismo, la granulometría a utilizar debe garantizar la máxima densidad del concreto.

Agua: De preferencia debe ser potable, deben cumplir con la:

NTP 339.088:2014 (Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos).

Asimismo, se debe garantizar que el agua no contenga sustancias perjudiciales o dañinos para el concreto (aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica, etc)

Acero de refuerzo: Los refuerzos deben ser corrugados, sin embargo, existen algunas excepciones en las normativas vigentes.

Refuerzo corrugado debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a) NTP 341.031:2018 (Barras. de acero al carbono, corrugadas, para refuerzo de concreto armado)
- b) NTP 339.186:2018 (Barras. de acero de baja aleación, soldables. y corrugadas, para refuerzo de. concreto armado)

Aditivos: deben cumplir con la NTP 334.088:2015 (Aditivos químicos en pastas, morteros y concreto).

(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019) el concreto debe dosificarse para que proporcione la resistencia promedio a la compresión requerida y satisfaciendo los criterios de durabilidad, la resistencia debe establecerse por ensayos de probetas cilíndricas, cilíndricas, confeccionadas, curadas y ensayadas bajo condiciones estándares según las normativas peruanas, los mismos que deben ser aplicadas a los 28 días, la aplicación de los ensayo a edad temprana son referenciales,

los cuales no pueden ser elementos de aprobación o rechazo de la resistencia a excepción que el proyectista establezca un criterio específico al respecto. Se considera como ensayo de resistencia el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas de 6” de diámetro por 12” de altura (150 mm por 300 mm) las cuales se deben tomar de la misma muestra de concreto aplicadas a los 28 días o la edad que se establezca para las resistencias. Para el número de muestras de ensayos se debe considerar: a) diferentes calidades de concreto requerida por la resistencia, b) calidad del concreto, granulométrico diferente, c) concretos utilizados en los equipos mezcladores.

Resistencia a la Compresión del Concreto: (National Ready Mixed Concrete Association) Las mezclas de concreto son diseñadas con el fin de tener diferentes propiedades mecánicas y de durabilidad los mismo que cumplen con el diseño de estructura. Uno de los desempeños más comunes en el concreto que se emplea es la resistencia a la compresión para el diseño de diferentes estructuras, dicha resistencia es medida por medio de probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, la cual se calcula con la carga de ruptura dividida por las áreas de la sección que resiste a la carga y se reporta en unidades de libra-fuerza por pulgadas cuadradas (psi) en unidades corrientes utilizadas en EEUU o en megapascales (MPa) en unidades. Para concreto residencial puede variar desde 2.500 psi (17MPa) hasta 4.000 psi (28MPa), para estructuras comerciales más, a lo antes descrito.

Importancia de la Resistencia a la Compresión:

- En de vital importancia determinar la resistencia a la compresión del concreto para identificar que las mezclas de concreto empleadas cumplan los requerimientos establecidos de resistencia según el diseño.
- Control de calidad, para ello se realizan ensayos a los materiales a fin de comprobar que los materiales empleados cumplan con los estándares de calidad y no se vea perjudicada la resistencia final del concreto. Para las muestras de concreto que se realizaran ensayos de resistencia se utilizan cilindros fundidos, para estimar la resistencia del concreto en las estructuras, con el fin de realizar operaciones en ingeniería, como remoción de formaletas, conveniencia de curado, o protección a realizar a la estructura, los ensayos de resistencia en probetas deben cumplir las normativas estándar ASTM C31 Practica Estándar

para Elaborar y Curar Probetas de Ensayo de Concreto en Campo, resistencia de concreto, curado en campo, ensayos de acuerdo a la ASTM C39 Método Estándar de Pruebas de Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto.

- El resultado de la resistencia se obtiene del promedio de 2 probetas ensayadas a la compresión, tomadas desde el concreto utilizado en la obra in-situ (muestra) las que son sometidas a ensayos en la misma edad, siendo la edad a utilizar de 28 días, para lograr su máxima resistencia.
- El objetivo, es diseñar la mezcla de concreto con un promedio superior a la resistencia especificada, minimizando el riesgo de no llegar a cumplir con la resistencia dada en las especificaciones del trabajo diseñado.
- Se toma un promedio de los registros históricos de las pruebas, que se utilizan para establecer la resistencia deseada del concreto.

Ensayo de resistencia a la compresión con probetas cilíndrica de 6 x 12 pulgadas, en kg/cm².

(National Ready Mixed Concrete Association) Las probetas cilíndricas para pruebas puede ser de dos tamaños: 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm) ó 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm).

Se precisa que, las probetas de menor tamaño se pueden manipular con facilidad en campo y laboratorio, de igual forma se debe considerar que el diámetro del cilindro a emplear tendrá que ser como mínimo 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se va a utilizar en el concreto.

Para una distribución uniforme de la carga, los cilindros se refrendan con mortero de azufre (ASTM C 617) o con tapas de almohadillas de neopreno (ASTM C 1231).

Las tapas de azufre deben ser aplicadas dos horas antes y preferiblemente un día antes de la prueba.

Las tapas de almohadillas de neopreno se pueden utilizar para las resistencias de concreto entre 1.500 y 7.000 psi (10 a 50 MPa)

Las tapas de almohadillas se deben reemplazar si presentan desgaste excesivo.

No está permitido que los cilindros se sequen antes de la prueba.

El diámetro de los cilindros se debe medir en dos lados, en ángulos rectos entre su media altura de la probeta, las que serán promediadas para calcular el área de la selección.

Los cilindros deberán estar centradas en las máquinas de ensayo y cargados hasta completar la ruptura de las probetas. Se debe registrar el tipo de ruptura, siendo esta la fractura cónica común en la probeta.

La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima aplicada y soportada por la probeta hasta lograr la rotura, por el área promedio de sección. La resistencia a la compresión, resulta del promedio del ensayo de dos probetas de la misma muestra y de igual edad.

Los datos a registrar en los ensayos son los siguientes:

- Fecha de recepción de la probeta.
- Fecha de la prueba.
- Identificación de la probeta.
- Diámetro del cilindro.
- Edad de los cilindros.
- Máxima carga aplicada.
- Tipo de fractura.
- Defecto de los cilindros y tapas.
- Masa de los cilindros.

Sobre las pruebas realizadas en diferentes laboratorios de las mismas muestras y pruebas de resistencia no deben variar los resultados en más del 13% del promedio de los 2 resultados.

Los ensayos que se realizan a las probetas a los 3 o 7 días de edad nos facilitan información sobre los problemas que podrían estar relacionados con la calidad del concreto, pero no son motivos de rechazar el concreto.

El personal que realiza los ensayos de resistencia del concreto por medio de probetas cilíndricas debe contar con la certificación correspondiente.

Definiciones de términos básicos

Acero de construcción: Son barras de forma circular y corrugada en su longitud, comúnmente llamadas varillas de construcción o acero de construcción, cuenta con diferentes tipos de diámetro, según el diseño lo requiera, su principal función es trabajar a esfuerzos de tensión. (Nilson, A, 2001)

Aditivos: se denomina la solución que otorga propiedades químicas a otros materiales, de los agregados o del cemento, se utiliza como componentes de concreto y que es añadido antes, durante o después de su preparación, con el fin de modificar sus propiedades. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2010)

Agregado: es el conjunto de materiales granular, que puede ser de origen natural o artificial, como: arena, grava, piedra triturada, y escoria de hierro de alto horno, el cual se emplea con un medio cementante con el fin de formar un concreto o mortero hidráulico. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2010)

Agregado fino: se denomina al agregado que proviene de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8"). (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2010)

Agregado grueso: se denomina al agregado retenido en el tamiz 4,75 mm, el cual proviene de la desintegración de las rocas, las cual puede ser por medio natural o mecánica. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2010)

Cargas: Las cargas son las fuerzas que resultan del peso propio de la construcción (materiales), ocupantes (habitantes, pertenencias), medio ambiente y movimientos. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2010)

Cemento: Es un material con propiedades de adhesión y cohesión fundamentales, que, en conjunto con otros agregados, se logra formar el concreto. (Nilson, A, 2001)

Compañía de Bomberos: Una Compañía de Bomberos, es una infraestructura cuya finalidad es de albergar al personal bomberil, equipos, materiales y unidades vehiculares destinadas a extinguir incendios y realizar operaciones de rescate ante alguna emergencia, del mismo modo las Compañías de Bomberos deben de ser infraestructuras que no colapsen y se mantengan ante un evento sísmico dado que se encuentra catalogado como inmuebles de albergue de personas ante desastres naturales. (Coz, J, 2009)

Concreto: Se denomina concreto a la combinación de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado grueso, agregado fino y agua, con o sin aditivos. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

Concreto estructural: Es el concreto utilizado con fines estructurales, donde puede incluir concreto simple y/o concreto reforzado. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

Curado: Es el proceso por el cual el concreto madura y endurece con el tiempo, con la hidratación continua del cemento en presencia de suficiente calidad de agua y de calor. (Sika, 2009)

Demolición: Es el procedimiento de destruir elementos construidos, la misma que para su ejecución se deberán contemplar medidas de seguridad. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2010)

Fisuras: Se describe como la rotura superficial del concreto, que es manifestada en la parte exterior por medio de un desarrollo lineal, se debe considerar que las fisuras pueden ser superficiales (sin mayor importancia) (Vélez, 2009)

Granulometría: La granulometría se enfoca principalmente en retener porcentajes de los diversos tamaños de una determinada muestra, cuyo resultado determinara el tamaño de las partículas del suelo. (Toirac, J, 2012)

Grietas: Las grietas se presentan cuando se excede la resistencia a la tensión, por lo tanto, se debe limitar el ancho de las mismas. (Morales, R, 2006)

Hundimiento: Se describe al hundimiento como la depresión o descenso de la superficie original del piso de concreto en una determinada área localizada, el mismo que tiene amplitud y extensión variable. (Ministerio de obras públicas y comunicaciones, 2016)

Junta de contracción: se denomina así a una muesca moldeada o labrada en una estructura de concreto con el fin de crear un plano de debilidad y regular la ubicación del agrietamiento. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2010)

Junta de expansión: se denomina así a la separación entre elementos adyacentes de una estructura de concreto en plano vertical, su ubicación en el diseño interfiere al mínimo con el comportamiento de la estructura evitando la formación de fisuras. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2010)

Patologías: El estudio de las lesiones o problemas degenerativos, en la alteración de materiales o elementos constructivos, y la carencia de las condiciones básicas según la norma de edificaciones (Rodríguez, 2004).

Pavimento: Es considera pavimento a las superficies uniformes conformado por materiales compactados preparados para el tránsito de personas o vehículos. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2010)

Piso de concreto armado: Los pisos de concreto pueden ser industriales o comerciales, dichos pisos deben ser diseñados y construidos considerando los aspectos económicos a lo que se encuentran ligados. (Salsilli, 2011)

Proctor modificado: Es la modificación a la prueba de Proctor Estandar, para obtener mejores condiciones sobre el mejoramiento de compactación del suelo. (Braja, D, 2015)

Requisitos de Calidad: se denomina al conjunto de las descripciones de procedimientos y requerimientos que se establecen para una obra según los requisitos del cliente y a las funciones que será sometido. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2010)

Resistencia del concreto: A partir de ensayos realizados de compresión sobre probetas cilíndricas con una edad de 28 días, se obtiene la resistencia del concreto $f'c$, al 99% (Nilson, A, 2001)

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Ingresé a la institución pública, Intendencia Nacional de Bomberos del Perú con RUC 20131366885, ubicado en Av. Gral. Salaverry 2495, Distrito de San Isidro, Provincia de Lima, Municipalidad Metropolitana de Lima, en el mes de setiembre del 2020, siendo parte del área de la Subdirección de Gestión de Infraestructura y Equipamiento (SGIE) de la Dirección de Gestión de Recursos para la Operatividad (DGRO), la misma que tiene la función de proveer de bienes y servicios al cuerpo de bomberos para el desempeño de sus funciones.



Figura 14: Personal de la Intendencia Nacional de Bomberos del Perú - DGRO - SGIE

En la SGIE, he venido desarrollando las funciones de digitalizar planos arquitectónicos, estructurales, sanitarios y eléctricos, evaluar y/o elaboración de Expedientes Técnicos, evaluar el mantenimiento y de ser el caso, otorgar conformidades mediante informes técnicos, elaborar especificaciones técnicas y términos de referencia, realizar visitas técnicas a las Compañías de Bomberos de la Región Lima y/o viajes al interior del país para efectos de levantamiento de información para el diagnóstico de necesidades referente al mantenimiento de infraestructura y coordinar actividades propias de la Subdirección de Gestión de Infraestructura y Equipamiento.



Figura 15: Revisión de los planos de las Compañías de Bomberos del Perú.



Figura 16: Visita a las Compañías de Bomberos del Perú y verificación de planos.



Figura 17: Visita a los Compañías de Bomberos del Perú y verificación de planos.



Figura 18: Visita para evaluación de la infraestructura de las Compañías de Bomberos del Perú.



Figura 19: Visita a la Compañía de Bomberos Voluntarios del Perú, del departamento de la Libertad.



Figura 20: Visita a la Compañía de Bomberos Voluntarios del Perú, distrito del Porvenir - provincia de Trujillo - departamento La Libertad.



Figura 21: Supervisión de las obras de construcción en la Compañía de Bomberos Voluntarios del Perú



Figura 22: Supervisión de los materiales utilizados en las obras de construcción en la Compañía de Bomberos Voluntarios del Perú



Figura 23: Supervisión del desarrollo de las obras de construcción en la Compañía de Bomberos Voluntarios del Perú



Figura 24: Verificación e identificación de las áreas a intervenir por la SGIE.



Figura 25: Reuniones con el equipo de la SGIE.

En el desarrollo de mis funciones en el área de la SGIE se identificó la problemática descrita en el capítulo I en la Compañía del Bomberos del Perú - Rímac N° 21.

Los problemas presentados en la Compañía de Bomberos del Perú – Rímac N° 21, que se encuentra ubicado en Jr. Trujillo N° 848, distrito Rímac, Departamento de Lima, fueron relevantes, motivo por el cual es seleccionado para realizar el presente proyecto.

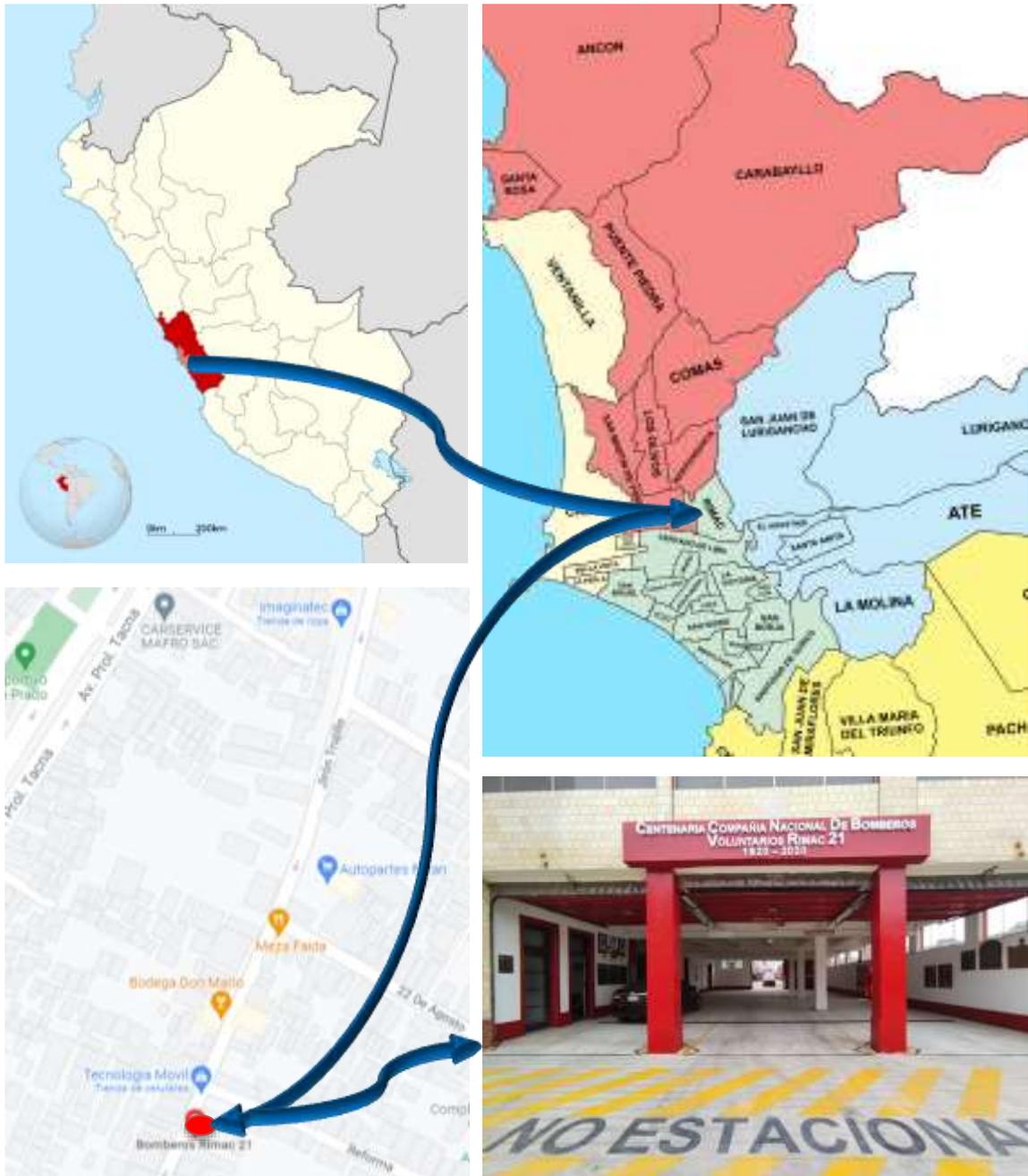


Figura 26: Ubicación de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21

Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

(Hernández, Fernández y Bautista, 2014) Define que los propósitos de la investigación científica son de dos tipos fundamentales, a) investigación básica (produce conocimiento y teorías) y la b) investigación aplicada (resolver problemas)

La presente es una investigación aplicada, que requiere levantar información de las patologías estructurales y propuesta de solución de los pisos de concreto.

Se llevó a cabo obteniendo información del área del piso de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú – Rímac N° 21, identificando las patologías presentes y su nivel de severidad en el área de estudio.

Luego de analizar las patologías se realizaron los estudios correspondientes de la propuesta de solución del piso de la sala de máquinas.

Nivel de investigación

Según (Bernal, 2010) la investigación correlacional tiene el propósito de examinar la relación entre las variables o resultados de las variables. Por lo tanto, el nivel de la investigación en este trabajo es correlacional, porque relaciona la variable independiente que es patologías estructurales y la variable dependiente que es propuesta de solución, para obtener mejor funcionamiento en el piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú-Rímac N° 21.

Método y diseño de investigación

Método de la investigación

El método de la investigación del presente trabajo es Inductivo, de lo particular a lo general. En esta investigación se realizará una guía de observación de las patologías presentes en el piso de concreto en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21. Mediante dicho instrumento se verificará la aplicación de cada uno de los indicadores provenientes de las variables de investigación de tal manera de contrastar la investigación realizada con el objetivo general. (Bernal, 2010).

La investigación analiza las patologías del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21 y su propuesta de solución, lo que permite sintetizar una realidad en el trabajo de investigación.

Diseño de la investigación

El diseño de investigación del presente trabajo será no experimental, debido a que la variable no será manipulada. Según (Hernández, Fernández y Bautista, 2014) menciona que un estudio No Experimental es realizado sin la manipulación deliberada de la variable independiente y se observan su efecto en las otras variables.

Con corte transversal, porque los datos de las variables y el análisis se recolectan en un solo momento, siendo un tiempo único, (Hernández, Fernández y Bautista, 2014).

Población y muestra de la investigación

Población

La población es un conjunto de todos los casos que presentan las mismas características. (Hernández, Fernández y Bautista, 2014).

En la presente investigación la población está conformada por la Compañía de Bomberos del Perú – Rímac N° 21, ubicada en el distrito del Rímac.

Muestra

Las muestras no probabilísticas o también llamadas muestras dirigidas no dependen de la probabilidad, sino están relacionadas a las características del estudio. (Hernández, Fernández y Bautista, 2014)

Según las características de la investigación la muestra es no probabilística por conveniencia y esta está conformada por la Compañía de Bomberos del Perú – Rímac N° 21, ubicada en el distrito del Rímac.

Operacionalización de variables

Variable Independiente: Patologías estructurales en el concreto

Definición conceptual: La patología es el estudio de las lesiones o problemas degenerativos, en la alteración de materiales o elementos constructivos, y la carencia de las condiciones básicas según la norma de edificaciones (Rodríguez, 2004, Pág.16).

Definición operacional: Mediante la ficha técnica de recolección de datos como instrumento de medición se medirán las patologías.

Variable Dependiente: Propuesta de Solución.

Definición conceptual: Toma de acciones a realizar en relación a las conclusiones alcanzadas por medio de las fases previas para paralizar el avance de las patologías, subsanarlas o reconstrucción del elemento estructural (Rodríguez, 2004, Pág.23-26).

Definición operacional: Mediante ensayos in situ y laboratorio.

Tabla 3.

Operacionalización de la variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	
Variable Independiente	PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN EL CONCRETO	Estudio de las lesiones o problemas degenerativos, en la alteración de materiales o elementos constructivos	Mediante guía de observación de datos como instrumento de medición se medirán las patologías.	Fisuras Grietas Hundimiento	- Humedad - Nivel de Severidad de las patologías	Área afectada por humedad (m2) FISURAS Nivel muy bajo: $e < 0.05$ mm. Nivel bajo: $0.1 < e < 0.2$ mm. Nivel moderado: $0.2 < e < 0.4$ mm. GRIETAS Nivel alto: $0.4 < e < 1.0$ mm. - Nivel muy alto: $e > 1.0$ mm HUNDIMIENTO Nivel Severo: m2
Variable Dependiente	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	Toma de acciones a realizar en relación a las conclusiones alcanzadas por medio de las fases previas para paralizar el avance de las patologías, subsanarlas o reconstrucción del elemento estructural	Mediante ensayos in situ y laboratorio	Mejoramiento y compactación del terreno. Implementación de piso de concreto armado	- Control de compactación ASTM D 1556 -Ensayo de resistencia a la compresión con probetas cilíndrica de 6 x 12 pulgadas	-Grado de compactación en % -En kg/cm2

Técnica e instrumentos de la recolección de datos

Técnicas

En el presente trabajo de investigación se empleó como técnica la observación, que permitió registrar de forma visual la situación real de lo que ocurre, consignando y clasificando los acontecimientos pertinentes, asimismo se verificaron los planos de estructura del piso. Según (Hernández, Fernández y Bautista, 2014) la técnica de observaciones en la recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de situaciones observables para describir la realidad, de la manera directa con el objeto o fenómeno de estudio.

Instrumentos

(Hernández, Fernández y Bautista, 2014) En el método de recolección de datos por medio de la observación consiste en un registro sistemático, válido y confiable de situaciones observables, que se pueden dividir en categorías y subcategorías.

Por lo tanto, en el presente trabajo de investigación se empleó una guía de observación para la recolección de datos como instrumento de medición

La validez a utilizar del instrumento se realizará por medio de Juicio de Expertos en la materia de estudio.

Para determinar la confiabilidad del instrumento se utilizará el análisis estadístico de Alfa de Cronbach:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum v_i}{vt} \right)$$

Donde:

α = ALFA

K = NUMERO DE ITEMS

$\sum V_i$ = VARIANZA DE CADA ITEM

Vt = VARIANZA TOTAL

Se obtuvo como resultado en el Alfa de Cronbach 0.74 haciendo que el instrumento sea de excelente confiabilidad.

La recolección de datos de la variable dependiente se realizará por medio de ensayos in situ y laboratorio.

Procedimiento de tratamiento

(Hernández, Fernández y Bautista, 2014) Es un resumen de cada paso realizado en el desarrollo de la investigación, como por ejemplo inmersión inicial y total en el campo, estancia en el campo y primeros acercamientos, descripción detallada de los procesos de recolección de los datos, forma de recolección y técnicas utilizadas.

Para la presente investigación, se realizará la técnica de observación, mediante la cual se determinarán las causas que produjeron las patologías.

Luego se procederá a efectuar la recolección de datos con la guía de observación, ensayos in situ y laboratorio de la muestra establecida por la naturaleza del estudio, los datos obtenidos serán procesados mediante el software de Excel.

Una vez determinada la propuesta de solución, se emplearán equipo de maquinaria pesada para la remoción de las áreas afectadas.

Se realizará el mejoramiento de suelos (subrasante), para la obtención de la óptima densidad seca máxima y humedad correspondiente, para lograr este óptimo resultados, se realizarán en un laboratorio los respectivos ensayos y su respectiva corroboración in-situ, midiendo los resultados en porcentajes.

Teniendo el mejoramiento de la subrasante y para una mejor reacción del peso de las cisternas de bomberos contra el suelo, se aplicará la técnica constructiva de concreto armado, que consiste en la combinación de concreto de alta resistencia y acero de construcción, dando como resultado a los 28 días de fraguado y curado en concreto, una resistencia (Kg/cm^2) adecuada para la interacción del peso de las unidades vehiculares contra el piso de concreto armado. Para demostrar la resistencia f'_c del concreto, se realizarán ensayos en el laboratorio a fin de verificar la resistencia requerida.

Además de considerar juntas de expansión y contracción, que permitirán el movimiento vertical y horizontal sin perjudicar la resistencia del piso, además de conducir y disminuir las fisuras.

Análisis de datos

Son las unidades de análisis, categorías, temas y patrones, se considera tres aspectos importantes como la descripción narrativa, el soporte de las categorías y los elementos gráficos. (Hernández, Fernández y Bautista, 2014)

El método de análisis de datos se usará la estadística por medio de tablas de frecuencia, gráficos estadísticos, con el programa de Excel.

Los resultados se presentarán en tablas generales y específicas, con su respectiva interpretación.

Aspectos éticos

Se ha aplicado y respetado el código de ética del investigador científico de la Universidad Privada del Norte.

Se ha respetado la autonomía y derechos fundamentales de las personas, en el trabajo con personas se debe respetar la dignidad humana, la identidad, la privacidad y la confidencialidad.

Se debe asegurar el bienestar de los involucrados en el presente estudio, sin poner en riesgo la salud o causar daño, garantizando la no vulnerabilidad de sus derechos.

Respetar la propiedad intelectual de los datos utilizados de otros investigadores e instituciones citando las fuentes correctamente.

Juicio responsable del investigador al momento de informar detalladamente de los procedimientos a realizar en el presente estudio de investigación.

Integridad científica, respetando la reserva de los datos de las personas involucradas en el presente estudio, bajo el concepto de confidencialidad de la información.

Normatividad, se respeta el derecho de propiedad intelectual de otros investigadores.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

En el presente estudio de Análisis de las patologías estructurales del piso de concreto y su propuesta de solución del piso de concreto de 64 años de antigüedad sometido a grandes cargas de la sala de máquina de la Compañía de Bomberos del Perú – Rímac N° 21, 2021, se realizó una inspección visual preliminar de la estructura del piso para identificar las zonas afectadas, se aplicó el instrumento de GUÍA DE OBSERVACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN CONCRETO DEL PISO DE 64 AÑOS DE ANTIGÜEDAD SOMETIDO A GRANDES CARGAS DE LA SALA DE MÁQUINAS DE LA COMPAÑÍA DE BOMBEROS DEL PERÚ - RÍMAC N° 21, 2021, posterior se procedió a realizar el tratamiento correspondiente para el análisis del mismo, dicha información será indicada en las conclusiones de la presente investigación:

Análisis de Tablas y Gráficos

Presentación de resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la muestra que está conformada por la Compañía de Bomberos del Perú – Rímac N° 21, ubicada en el distrito del Rímac. Los resultados están agrupados por cada hipótesis, los resultados se han basado en la información recopilada a través de la guía de observación, ensayos in situ y laboratorio.

Resultados de la Hipótesis Específica 1

HA: Existen causas de las patologías estructurales del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21.

En este apartado se demostrará que existe una relación entre la humedad como causante de las patologías estructurales del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos, dado que, de acuerdo a los resultados obtenidos de la guía de observación y los resultados de la demostración, se observa una amplia área del piso de concreto que se encuentra afectada por la humedad, lo que encuentra relacionada con las patologías presentes en el área de investigación.

Resultados del Instrumento:

De acuerdo a los datos recolectados del instrumento se ha obtenido que el 177.75 m² del piso de concreto de la sala de máquinas de la Estación de Bomberos presento

humedad, lo cual ha generado significantes patologías en la estructura de piso en estudio.

La identificación de los 177.75 m² representa el 58.4% del total del piso de la Compañía de Bomberos.

Más del 50% del piso de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos se encuentra afectada por la causal de humedad.

Según el área evaluada por medio de la guía de observación en relación a las causas se obtuvo como resultado la siguiente tabla:

Tabla 4.

Área en m² del piso de concreto de sala de máquinas afectadas por la humedad

ÁREA	m ² DE AFECTADOS
HUMEDAD (ÁREA A)	0
HUMEDAD (ÁREA B)	24
HUMEDAD (ÁREA C)	75.93
HUMEDAD (ÁREA D)	77.82
TOTAL DE m² AFECTADOS	177.75

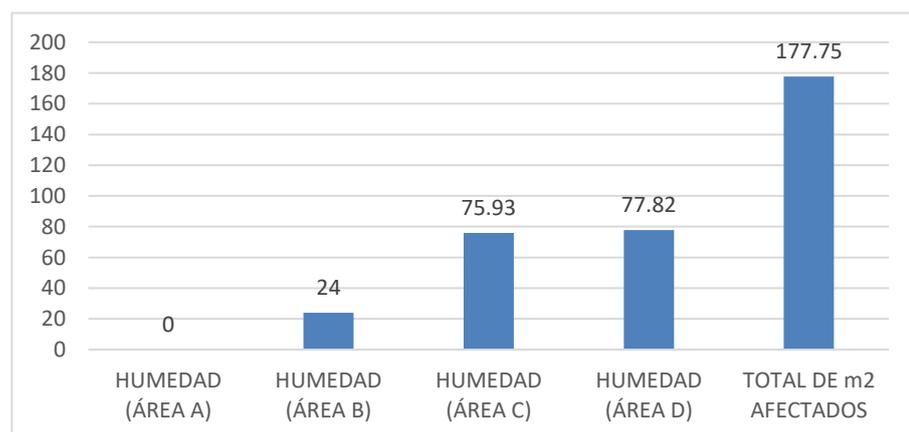


Figura 27: Áreas en m² afectadas en el piso de concreto.

En la Tabla 4 y Figura 27, se comprueba que la causa de las patologías estructurales en el piso de concreto, materia de estudio, ha sido afectado por la humedad, siendo el área total afectada de 177.75 m², este metraje representa el 58.4% del total del piso de la Compañía de Bomberos.

Resultados de la Demostración:

En los resultados de la demostración se evidencia que en las Figuras 15 y 16, se observa presencia de agua y humedad, producto de la fuga de agua de una tubería galvanizada antigua que pasaba por debajo del piso de concreto. Debido a la fuga de agua, se vio comprometido más del 50 % del terreno a intervenir, lo que conllevó al avance de las patologías estructurales en el piso de concreto.



Figura 28: Presencia de humedad en el terreno



Figura 29: Presencia de agua en el terreno.

Resultados de la Hipótesis Específica 2

HA: Existe nivel de severidad de las patologías estructurales en el piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21.

En este apartado, se demuestra que las patologías presentes en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú – Rímac N° 21 son fisura, grietas y hundimiento, las mismas que se pueden comprobar por medio de la guía de observación y de los resultados de demostración, asimismo se va a demostrar que los niveles presentados en estas tres patologías son los máximos por cada patología.

Resultados del Instrumento:

La guía de observación aplicada a la muestra dio como resultado que las patologías presentes en la sala de máquina de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, 2021, son: FISURA, esta patología está presente en 114.87 m², que representa un 37.74% del área total del piso, siendo esa patología con mayor presencia en el piso; asimismo, se debe considerar que según la literatura esta patología cuanta con tres

niveles: Nivel muy bajo, nivel bajo y nivel moderado, según la evaluación las fisuras dieron como resultado un nivel moderado que representa grietas de $0.2 < e < 0.4$ mm el nivel máximo para este tipo de patología. GRIETA, esta patología está presente en 97.26 m², equivalente a 31.96% del piso total, esta patología presenta dos niveles de severidad, nivel alto y nivel muy alto, la guía de observación dio como resultado el nivel de muy alto $e > 1.0$ mm, siendo este nivel el de mayor severidad para la patología de grieta. HUNDIMIENTO, esta patología es de mayor severidad y ocasiona mayor deterioro en la infraestructura del piso, la guía de observación dio como resultado que solo 8.34 m² presenta patología de hundimiento, lo que representa un 2.74% del piso, la presencia de m² de hundimiento representa un nivel severo de la patología.

Tabla 5.

Patologías estructurales presentes y nivel de severidad en el piso de concreto.

Patologías del área total	Áreas con Patologías (m ²)	% de Área con Patologías	Clasificación de Severidad
Fisuras	114.87	37.74%	Moderado
Grietas	97.26	31.96%	Muy alto
Hundimiento	8.34	2.74%	Severo
TOTAL	220.47	72.44%	



Figura 30: Porcentaje de patologías estructurales presentes y áreas en m² afectadas en el piso de concreto.

En la tabla 5 y figura 30 se han estudiado tres patologías fisuras, grietas y hundimiento, siendo el área total de patologías presentes de un 220.47 m² que representa el 72.44%, la patología predominante en el área afectada tiene como primer lugar las fisuras con 114.87 m², grietas con 97.26 m², y hundimiento con 8.34 m², las tres patologías han presentado su nivel máximo de severidad en el presente estudio, las mismas que tiene como causal la humedad.

Asimismo, se evaluó cada una de las patologías por área.

Tabla 6.

Área en m² de la estructura del piso de concreto con patología de fisuras por áreas.

Patologías	Áreas con Patologías (m ²)	% de Área con Patologías
Fisuras A	33.02	44.22%
Fisuras B	31.67	41.71%
Fisuras C	22.89	30.15%
Fisuras D	27.29	35.07%
TOTAL	114.87	37.74%

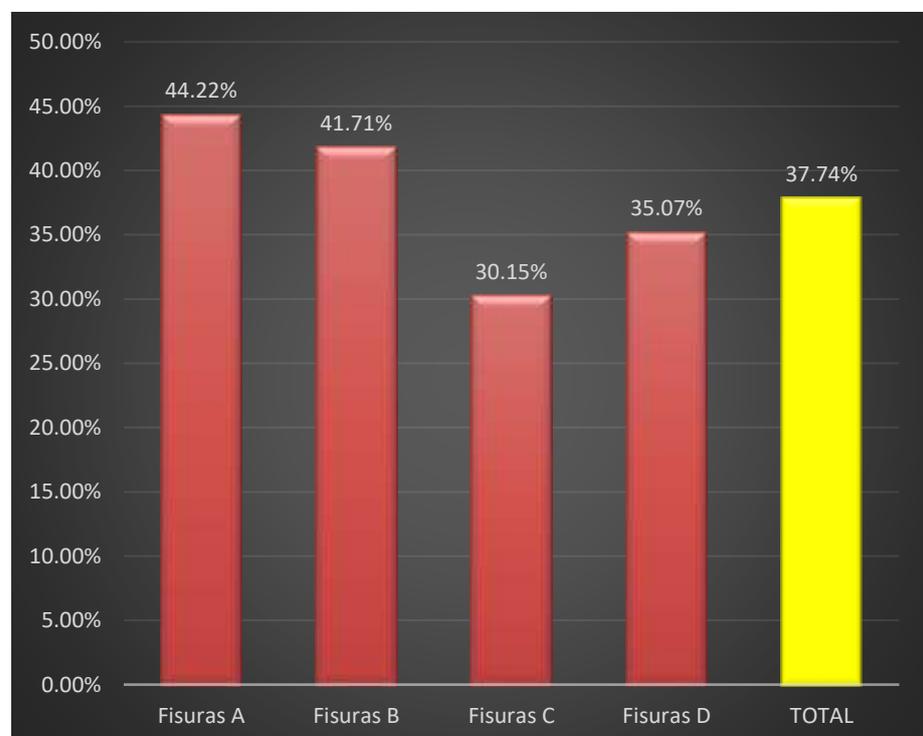


Figura 31: Porcentaje del área de la estructura del piso de concreto con patología de fisuras por áreas.

En la tabla 6 y figura 31 sobre el área en m² de la estructura del piso de concreto con patología de fisuras por áreas, se evaluaron las cuatro áreas del piso, se evidencia que en las cuatro áreas hay presencia de fisuras, siendo el área A con mayor cantidad de m² con 33.02 m² afectados, el área con menos m² de fisuras es el área C con 22.89 m², los m² afectados en el área A y C equivalen a un 44.22% y 30.15% respectivamente de su porcentaje afectado por la patología denominada fisura.

Tabla 7.

Clasificación de la severidad de la estructura del piso de concreto con patología de fisuras por área.

Patologías	Clasificación de Severidad	
	Nivel	
Fisuras A	Muy Bajo $e < 0.05$ mm	
	Bajo $0.1 < e < 0.2$ mm	
	Moderado $0.2 < e < 0.4$ mm	X
Fisuras B	Muy Bajo $e < 0.05$ mm	
	Bajo $0.1 < e < 0.2$ mm	
	Moderado $0.2 < e < 0.4$ mm	X
Fisuras C	Muy Bajo $e < 0.05$ mm	
	Bajo $0.1 < e < 0.2$ mm	
	Moderado $0.2 < e < 0.4$ mm	X
Fisuras D	Muy Bajo $e < 0.05$ mm	
	Bajo $0.1 < e < 0.2$ mm	
	Moderado $0.2 < e < 0.4$ mm	X

En la tabla 7, sobre la severidad de la patología de fisura, se han clasificado con el nivel de muy bajo, bajo y moderado, según la guía de observación se han identificado que en las cuatro áreas donde se presentan las fisuras el nivel es moderado, siendo esta el nivel predominante en toda el área del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú – Rímac N° 21.

Tabla 8.

Área m² de la estructura del piso de concreto con patología de grieta por áreas.

Patologías	Áreas con Patologías (m ²)	% de Área con Patologías
Grietas A	18.87	25.27%
Grietas B	22.96	30.24%
Grietas C	28.3	37.27%
Grietas D	27.13	34.86%
TOTAL	97.26	31.96%

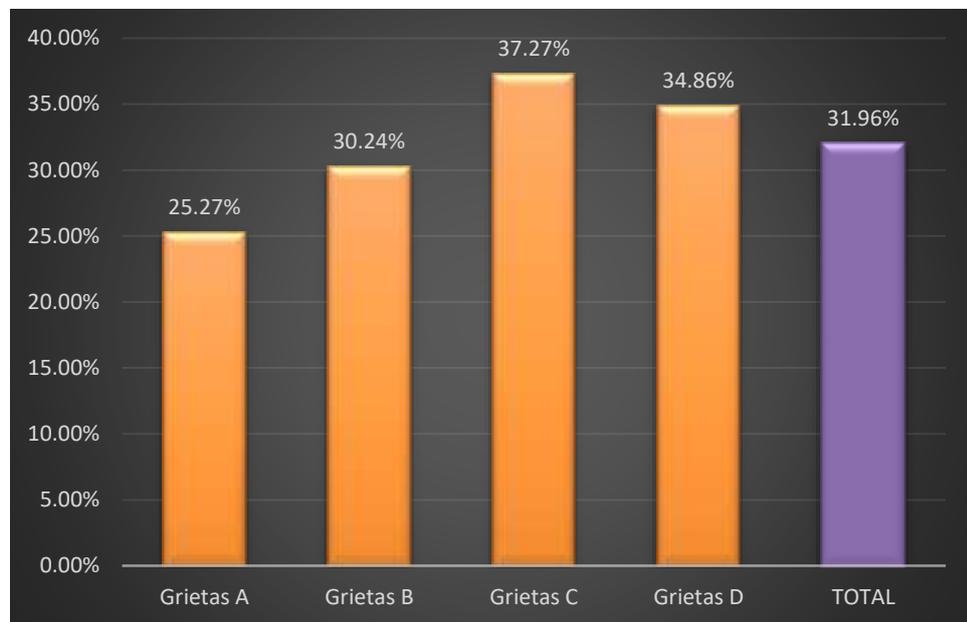


Figura 32: Porcentaje del área de la estructura del piso de concreto con patología de grietas por áreas.

En la tabla 8 y figura 32 sobre el área en m² de la estructura del piso de concreto con patología de grietas por áreas, se evaluaron las cuatro áreas del piso, se evidencia que en las cuatro áreas hay presencia de grietas, siendo el área C con mayor cantidad de área afectada con 28.3 m², el área con menos m² de grietas es el área A con 18.87 m², los m² afectados en el área C y A equivalen a un 37.27% y 25.27% respectivamente de su porcentaje afectado por la patología denominada grietas.

Tabla 9.

Clasificación de la severidad de la estructura del piso de concreto con patología de grieta por área.

Patologías	Clasificación de Severidad	
	Nivel	
Grietas A	Alto $0.4 < e < 1.0$ mm	
	Muy Alto $e > 1.0$ mm	X
Grietas B	Alto $0.4 < e < 1.0$ mm	
	Muy Alto $e > 1.0$ mm	X
Grietas C	Alto $0.4 < e < 1.0$ mm	
	Muy Alto $e > 1.0$ mm	X
Grietas D	Alto $0.4 < e < 1.0$ mm	
	Muy Alto $e > 1.0$ mm	X

En la tabla 9 sobre la severidad de la patología grieta se han clasificado con el nivel de alto y muy alto, según la guía de observación se han identificado que en las cuatro áreas donde se presentan las grietas el nivel es muy alto, siendo esta el nivel predominante en toda el área del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú – Rímac N° 21.

Tabla 10. *Área m² de la estructura del piso de concreto con patología de hundimiento por áreas.*

Patologías	Áreas con Patologías (m ²)	% de Área con Patologías
Hundimiento A	0	0.00%
Hundimiento B	0	0.00%
Hundimiento C	8.34	10.98%
Hundimiento D	0	0.00%
TOTAL	8.34	2.74%

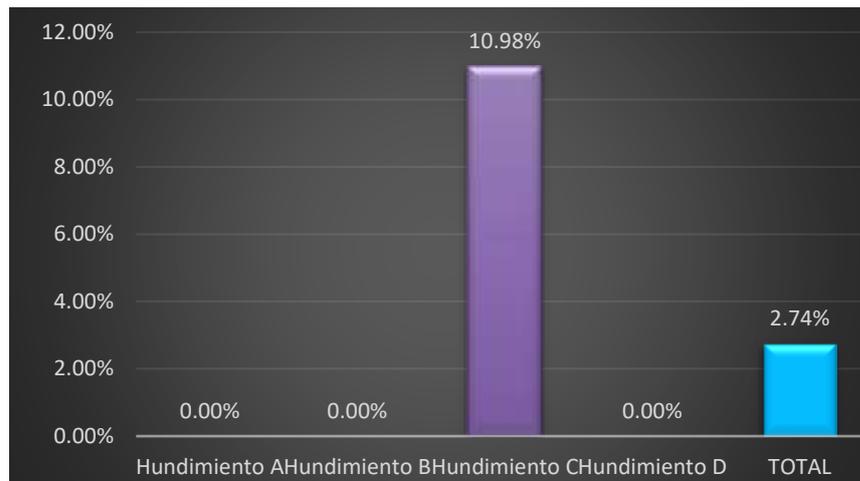


Figura 33: Porcentaje del área de la estructura del piso de concreto con patología de hundimiento por áreas.

En la tabla 10 y figura 33 sobre el área en m² de la estructura del piso de concreto con patología de hundimiento por áreas, se evaluaron las cuatro áreas del piso, se evidencia que solo se presentó esta patología en el área C con 8.34 m² afectados, siendo este metraje un 10.98% del área evaluada.

Tabla 11.

Clasificación de la severidad de la estructura del piso de concreto con patología de hundimiento por área.

Patologías	Clasificación de Severidad	
	Nivel	
Hundimiento A	Severo m ²	
Hundimiento B	Severo m ²	
Hundimiento C	Severo m ²	x
Hundimiento D	Severo m ²	

En la tabla 11, sobre la severidad de la patología hundimiento se han clasificado solo con el nivel severo, según la guía de observación se ha identificado que si un área presenta dicha patología esta será clasificada como severa, las otras áreas no han presentado esta patología.

Resultados de la Demostración:

En los resultados de demostración se han corroborado las patologías presentes según la guía de observación, donde se pueden apreciar el nivel máximo de severidad de cada una de las patologías en estudio, las cuales son causadas por la causal de humedad:

Fisuras:



Figura 34: Patología de Fisura presente en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos.

En la figura 34 se visualiza la patología de fisura presentes en el área de estudio.

Grietas:



Figura 35: Presencia de patología de grieta en la Compañía de Bomberos



Figura 36: Presencia de patología de grieta en la sala de máquinas



Figura 37: Presencia de patología de grieta en la sala de máquinas.



Figura 38: Presencia de patología de grieta en la entrada de sala de máquinas

En la figura 35, 36, 37 y 38 se evidencian la presencia de la patología de grietas en su máximo nivel de severidad en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos.

Hundimiento:



Figura 39: Presencia de patología de hundimiento en la sala de máquinas



Figura 40: Presencia de patología de hundimiento.

En la figura 39 y 40 se evidencia la presencia de las patologías de hundimiento en la sala de maquina la cual se encuentra en su estado de severidad máximo.

Resultados de la Hipótesis Específica 3

HA: Mejoramiento y compactación del terreno como propuesta de solución del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, permitirá mejorar las propiedades portantes del suelo.

En este apartado se demuestra que uno de los procedimientos de mejoramiento para el piso de concreto de la sala de máquinas es la compactación del terreno, la cual será medida por medio de control de grado de compactación ASTM D 1556, la misma que dio como resultado mayor al 100% en la evaluación de cuatro muestras.

Se debe considerar que un porcentaje igual o mayor al 100% en la compactación del terreno es lo ideal para mejorar las características de los materiales que conforman los suelos, asimismo se busca incrementar la estabilidad volumétrica, resistencia al esfuerzo cortante, mejorar la relación esfuerzo-deformación, flexibilidad de la deformación, la permeabilidad e incrementar la resistencia de los suelos compactados a la erosión.

Resultados de ensayo de laboratorio e in-situ:

Con los resultados de las hipótesis 1 y 2 se realiza el mejoramiento de compactación del suelo, por lo cual darán mejores resultados obteniendo un grado de compactación aceptable mejorando las propiedades portantes del suelo.

Según los resultados de ensayo de laboratorio e in-situ del grado de compactación ASTM D 1556 han determinado mayor al 100% en cuatro muestras.

Tabla 12.

Grado de compactación ASTM D1556

Pto	UBICACIÓN	GRADO DE COMPACTACIÓN (%)
01	LOSA DE LA SALA DE MAQUINAS	100.2
02	LOSA DE LA SALA DE MAQUINAS	100.7
03	LOSA DE LA SALA DE MAQUINAS	100.9
04	LOSA DE LA SALA DE MAQUINAS	100.5

En la Tabla 12, para determinar la calidad de compactación del material de préstamo, se procedió con el análisis granulométrico ASTM D 1241 (Anexo 11) y el ensayo de Proctor Modificado ASTM D 1557 (Anexo 12), para determinar la densidad seca del terreno en relación a su grado de humedad, obteniendo como resultado el grado de compactación ASTM D1556, la que dio como resultado un porcentaje mayor al 100% en las cuatro áreas evaluadas.

Resultados de la Demostración:

En los resultados de la demostración se evidencia los pasos a realizar para el mejoramiento de piso de la sala de máquinas, asimismo se describe el proceso de compactación del terreno.

Demolición del piso existente de la sala de máquinas, con un área aproximada 304.35 m².



Figura 41: Demolición de piso, Área "A"



Figura 42: Demolición de piso, Área "B"



Figura 43: Demolición de piso, Área "C" y "D"

En la Figura 41, 42 y 43, se realizó la demolición del área total del piso de concreto, empleando un bobcat con martillo hidráulico, optimizando tiempo y mano de obra.

Eliminación del desmonte producto de la demolición del piso y retiro del excedente del terreno a nivelar.



Figura 44: Eliminación de desmonte con mini cargador frontal.



Figura 45: Acarreo de desmonte al volquete.

En ese sentido, se realizó el corte de terreno de 0.25m de profundidad; asimismo, se procedió a retirar la totalidad del desmonte, además por la presencia de humedad se paralizaron las actividades de trabajo por 15 días, con la finalidad de dejar secar el terreno para realizar la compactación del mismo.



Figura 46: Medidas en distintos puntos del área a intervenir, a fin de verificar la profundidad de excavación y cumpla de acuerdo a los planos.

Trabajos de compactación del suelo, Nivelación, mejoramiento y compactación de terreno para un área aproximada de 304.35 m², según especificaciones en plano. En el caso de las instalaciones sanitarias que pasen por el área de trabajo fueron reinstaladas por el contratista.



Figura 47: Aplanado del material propio del terreno (subrasante).



Figura 48: Se empleó equipo de nivel.



Figura 49: Colocación de puntos de nivel.



Figura 50: Compactación, 1ra capa de afirmado.



Figura 51: 2da capa de afirmado, compactado.

Sobre las Figuras 49, 50 y 51, se realizó la nivelación del material propio del terreno (subrasante), luego se procedió a colocar puntos con el equipo de nivel, seguido se tendió el material de préstamo (afirmado) y se realizó la compactación con un rodillo compactador en dos capas de 13 cm cada una; para dar como resultado, el mejoramiento de suelo con material de préstamo (afirmado).



Figura 52: Extracción de la muestra.



Figura 53: Peso de la muestra extraída.



Figura 54: Llenado de arena con densidad conocida



Figura 55: Peso de arena contenida en recipiente, para determinación del volumen.

De las Figuras 52, 53, 54 y 55, se realizó el ensayo de densidad in-situ mediante el cono de arena, para la determinación de densidad de la capa de afirmado.

Resultado de la Hipótesis Específica 4

HA: Implementación del piso de concreto armado como propuesta de solución en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, permitirá la prevención de patologías estructurales.

En este apartado se demuestra como la implementación del piso de concreto armado es la propuesta de solución para la sala de máquinas de Compañía de Bomberos del Perú – Rímac N° 21.

Según el análisis de las patologías evaluadas, el porcentaje de áreas afectadas y el nivel de severidad que arrojaron en la guía de observación de evaluación de patologías en el concreto, se determinó que el área afectada por fisuras y grietas, es mayor al 50 % del área total, además que el terreno presentaba humedad mayor al 50% del área total, provocando el origen de la patología de hundimiento con un área de 8.34 m², siendo el 2.74% del área total.

En razón a la severidad de las patologías encontradas y con la finalidad de mitigar el riesgo existente en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos; se determinó, realizar la reconstrucción del piso de concreto por un piso de concreto reforzado con acero, la misma que se le realizó un ensayo de resistencia de compresión de probetas cilíndricas de 6 x 12 pulgadas que dieron como resultado a los 28 días de edad mayor a 280 kg/cm².

Resultados de ensayo de laboratorio:

En la implementación del piso de concreto armado que permitirá la prevención de las patologías estructurales se debe medir la resistencia de compresión con probetas cilíndricas de 6 x 12 pulgadas, el resultado nos indicará la capacidad de prevenir las patologías mencionada en la hipótesis 2.

Según el resultado del ensayo de resistencia de compresión de probetas cilíndricas de 6 x 12 pulgadas, se tomaron tres muestras al piso de concreto armado, las que tuvieron la edad de 14, 21 y 28 días, la primera prueba dio como resultado 251.33 kg/cm², la segunda prueba resulto con 262.75 kg/cm² y la tercera de 285.60 kg/cm², siendo esta

ultima el valor optimo y requerido para el piso de concreto armado de la sala de maquinad de la Compañía de Bomberos.

Tabla 13.

Ensayo de la resistencia de compresión con probetas cilíndrica de 6 x 12 pulgadas en el piso de concreto armado de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos.

Muestra	ESTRUCTURA	EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)
P - 1	LOSA 1ER PAÑO	28	285.60
P - 2	LOSA 2ER PAÑO	21	262.75
P - 3	LOSA 3ER PAÑO Y 4TO PAÑO	14	251.33

En la tabla 13, los resultados de la resistencia de compresión fueron mayor a 250 kg/cm² a los 14 días y mayor a 180 a los 28 días, en las muestras realizadas al piso de concreto armado realizado en la Compañía de Bomberos, como resultado de la propuesta de mejora ente la presencia de patologías estructuras existentes.

Resultados de la Demostración:

En los resultados de la demostración se evidencia los procesos para la implementación del piso de concreto armado como propuesta de solución en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21

Instalación de armadura de acero para losa de concreto, área aproximada 304.35 m², dimensiones y detalle de acero según planos.



Figura 56: Refuerzo con acero Ø ½ @ 0.15m en ambos sentidos.



Figura 57: Colocación de dowels Ø 1” @ 0.30m.



Figura 58: Armadura para canal de evacuación de agua.



Figura 59: Instalación de marco de acero L 3"x3"x5/16"



Figura 60: Colocación de dados de concreto para evitar el contacto del acero con el

Instalación de (02) canales de evacuación y dado de concreto para el sistema de drenaje, impermeable 45 ml aproximadamente.



Figura 61: Excavación, armadura e instalación de tubería de 8", para la evacuación de agua.



Figura 62: Excavación, para canal de evacuación de agua.



Figura 63: Vaciado de solado, en el canal de evacuación de agua.



Figura 64: Armado de refuerzo de acero, para canal de evacuación de agua.

Vaciado de concreto $f'c$ 280 kg/cm² para losa con acabado pulido, área aproximada 304.35 m².



Figura 65: vaciado de concreto $f'c$ 280 kg/cm², del primer paño.



Figura 66: Supervisión del vaciado de concreto $f'c$ 280 kg/cm², del segundo paño.



Figura 67: Vaciado de concreto $f'c$ 280 kg/cm², del segundo paño.



Figura 68: Se empleó una vibradora para una mejor compactación del concreto.



Figura 69: Vaciado de concreto $f'c$ 280 kg/cm² y pulido del tercer y cuarto paño.



Figura 70: Vaciado de concreto en probetas, para realizar ensayos de resistencia a la compresión de concreto.



Figura 71: Vaciado de concreto, para prueba de cono de abrams.

Sobre la Figura 70, para determinar la resistencia del concreto, se realizó el ensayo de resistencia a la compresión con probetas cilíndrica de 6 x 12 pulgadas, a fin de obtener la resistencia del concreto $f'c$ 280 kg/cm² a los 28 días.



Figura 72: Medición del asentamiento del concreto (slump), para comprobar la trabajabilidad del concreto.

Se realizó el curado de los paños de concreto fraguado con el método de arroceras, además se realizaron las juntas de expansión y contracción, según detalles que especifican los planos.



Figura 73: Se realizó el curado del concreto por siete días, mediante arroceras.



Figura 74: Junta de dilatación rellena con mezcla asfalto - arena.

Instalación de rejilla metálica para el sistema de drenaje con pendiente, 23 ml aproximadamente.



Figura 75: Pintado de la estructura metálica del canal de evacuación de agua.



Figura 76: Instalación de rejilla metálica de PL 2''x1/4'' @ 1''

Instalación de pintura de tránsito color amarillo y palabras color negro (NO ESTACIONAR) al ingreso de la Compañía de Bomberos.



Figura 77: Pintado de líneas de tránsito en color amarillo.

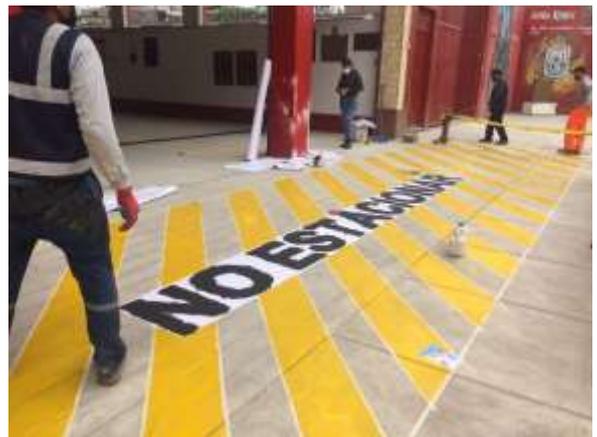


Figura 78: Pintado de palabras (NO ESTACIONAR), en el ingreso de la sala de máquinas.

RESULTADO DE LA CULMINACIÓN DEL SERVICIO



Figura 79: Vista exterior del ingreso a la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21.

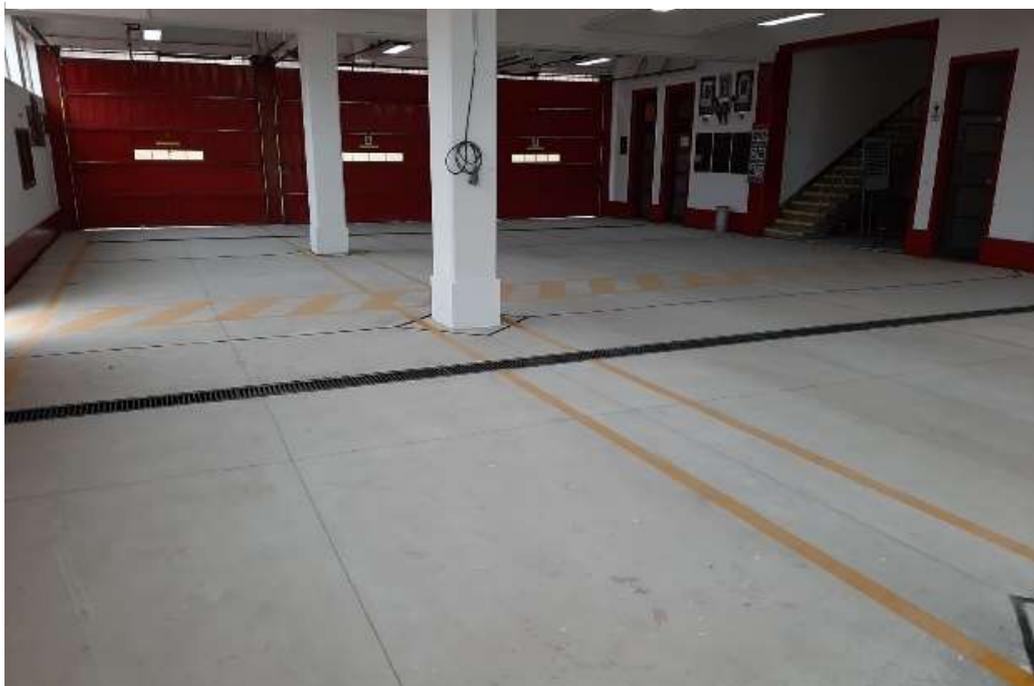


Figura 80: Vista interior del piso de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21.



Figura 81: Vista panorámica interior de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21.

Discusión

Según los resultados obtenidos en el estudio de análisis de las patologías estructurales y su propuesta de solución del piso de concreto de 64 años de antigüedad sometido a grandes cargas de la sala de máquina de la Compañía de Bomberos del Perú – Rímac N° 21, 2021, se puede desprender la siguiente discusión por cada resultado.

Discusiones de resultados de Hipótesis Específicas

Discusión de la Hipótesis Específica 1

Las patologías estructurales del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21 son ocasionadas por la humedad, se obtuvo como resultado que la humedad afecto a 177.75 m² del piso siendo este metraje un 58.4% del total del piso dañado, en la investigación de (Custodio, C, 2020) en su tesis “Diseño de una metodología de prevención y tratamiento de las patologías en las

cimentaciones de las viviendas en la urbanización la floresta los olivos 2019” concluyeron el estudio, donde se identificó daños perjudiciales causados por la humedad y el salitre en las estructuras, con 61%, existiendo una severa exposición de sulfatos en el suelo, ambos estudios tuvieron resultados similares donde el daño por la humedad superaron más del 50% de la estructura de estudio.

Discusión de la hipótesis específica 2

Las patologías estructurales se encuentran en el nivel más alto de severidad en el piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, las patologías estructurales presentes en el piso de concreto son fisura, grietas y hundimiento, siendo el área total de patologías presentes de un 220.47 m² que representa el 72.44%, las tres patologías han presentado su nivel máximo de severidad en el presente estudio, el total de fisuras en el piso se encuentran en 114.87 m², asimismo la patología presenta un nivel de severidad moderado, el total de grietas en el piso se encuentran en 97.26 m², asimismo la patología presenta un nivel de severidad muy alto y la patología de hundimiento con 8.34 m² afectados, siendo este metraje un 10.98% del área evaluada, asimismo la patología presenta un nivel de severidad severo, de igual forma (Ramírez J, 2015) en su tesis “Análisis patológico de las losas de concreto, alrededor del tanque elevado y de la zona de juegos de ciencia-recreación del parque Infantil Miguel Cortez De La Ciudad De Piura-Septiembre 2015, concluye que el 56% de las losas de concreto presenta patologías de nivel severo, 34% nivel de severidad moderada y 10% nivel de severidad leve, existiendo dos sectores (4 y 5) con una patología de 50% de severidad severa, por otro lado (Sánchez, E, 2018) en su tesis “Estudio patológico del estudio de la Universidad Nacional de Cajamarca – Sede Jaén – Local Central”, tiene como objetivo general evaluar las causas que generan las patologías en el edificio en estudio, los resultados de patologías en el concreto armado ocasionadas por acciones físicas, acciones mecánicas, fallas en elementos no estructurales, fallas por asentamientos diferenciales del suelo, fallas en etapa de diseño y contracción por un inadecuado proceso constructivo. Según (Figuroa, R 2018) en su tesis “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el I tramo de canal de riego Ichik Coriac – Cantuyoc, Distrito de Anta, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash , 2018, obtuvo como resultado que el

nivel de severidad del tramo del canal estudiado es moderado, con la patología común fisuras y grietas, obteniendo una condición de estado de conservación deteriorado, requiriendo mantenimiento constante y rehabilitación, , (Dolores, H, 2018) en su tesis “Determinación y evaluación de las patologías del concreto del canal de regadío Condorhuain entre las progresivas 1+700 a 3+300, en el distrito de Acopampa, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash – 2018”, obtuvo como resultado que el área afectada representa un 18.17% siendo un 27.38 m² del total del área, el margen derecho cuanta con un 8.78% del área afectada y el margen izquierdo 3.91% del área afectada, siendo el hundimiento la patología más severa y la mayor incidencia de daños se presenta al margen derecho, por lo contrario (Ramírez J, 2015) en su tesis “Análisis patológico de las losas de concreto, alrededor del tanque elevado y de la zona de juegos de ciencia-recreación del parque Infantil Miguel Cortez De La Ciudad De Piura- Septiembre 2015, concluye que la patología predominante es la descamación de esquina con 14%, con 12% descascaración de junta, grieta de esquina y punzonamiento, y con un menor porcentaje de 11% en pulimento de agregados y mapa de grietas, el presente estudio presento resultados similares a cuatro estudios evaluadas en los antecedentes, donde las patologías comunes son las fisura, grieta y hundimiento, las cuales presentaron su nivel máximo de severidad, sin embargo uno de los estudios comparados solo obtuvo niveles de patologías mínimos, lo que no se asemeja con la presente investigación.

Discusión de la Hipótesis Específica 3

El mejoramiento y compactación del terreno como propuesta de solución del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, permitirá mejorar las propiedades portantes del suelo. En la presente investigación se obtuvo como resultado el grado de compactación ASTM D1556 mayor al 100% en las cuatro áreas evaluadas. En el estudio de (Ciro, R y Jiménez, W, 2017) en su trabajo “Estudio patológico en vivienda familiar Municipio de Gachala” concluyo que la vivienda en estudio requiere un reforzamiento, debiendo ser modificadas desde el punto arquitectónico y estructural; dado que, la que presenta en la actualidad son inadecuadas para su habitabilidad, en ambos estudios se concluyen que es necesario un reforzamiento para el mejoramiento de la estructura de concreto.

Discusión de la Hipótesis Específica 4

La implementación del piso de concreto armado como propuesta de solución en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, permitirá la prevención de patologías estructurales. En el ensayo de la resistencia de compresión con probetas cilíndrica de 6 x 12 pulgadas, los resultado de la resistencia de compresión fueron mayor a 250 kg/cm² en las tres muestras realizadas al piso de concreto armado realizado en la Compañía de Bomberos; asimismo, (Soler, R, Mendoza, L y Torres, A, 2019) en su “Estudio patológico para la recuperación y optimización de la losa entre piso del sótano de parqueaderos del edificio Silvestre II” Universidad Santo Tomas – Bogotá, concluyo que las principales causas son por procesos equivocados en la ejecución de la obra, incorrecto control a los procesos de calidad, en los análisis de laboratorio se obtuvo que los problemas en la estructura no corresponden a la integridad y la estática de la misma, descartando efectos nocivos de carbonatación en los elementos estructurales. La calidad del concreto y la resistencia de este son las requeridas según los resultados de las esclerometrías, en ambos resultados se concluyen que la calidad de concreto y la resistencia son importantes para el mejoramiento y prevención de las patologías estructurales.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Primera: Las patologías estructurales del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21 son ocasionadas por la humedad, la humedad afecta a 177.75 m² del piso siendo este metraje un 58.4% del total del piso afectado. Por lo tanto, se concluye que la Hipótesis Específica 1 alternativa ha sido favorable.

Segunda: Las patologías estructurales se encuentran en el nivel más alto de severidad en el piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, siendo el área total de patologías presentes de un 220.47 m² que representa el 72.44%, las patologías estructurales presentes son fisura, grietas y hundimiento, las tres patologías han presentado su nivel máximo de severidad en el presente estudio, el total de fisuras en el piso se encuentran en 114.87 m², asimismo la patología presenta un nivel de severidad moderado, el total de grietas en el piso se encuentran en 97.26 m², asimismo la patología presenta un nivel de severidad muy alto y la patología de hundimiento con 8.34 m² afectados, asimismo la patología presenta un nivel de severidad severo. Por consiguiente, se concluye que ha sido favorable la Hipótesis Especifica 2 alternativa.

Tercera: El mejoramiento y compactación del terreno como propuesta de solución del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, permitirá mejorar las propiedades portantes del suelo, donde el resultado del grado de compactación ASTM D1556 fue mayor al 100% en las cuatro áreas evaluadas. Por ende, se concluye que la Hipótesis Especifica 3 alternativa fue comprobada siendo favorable en la presente investigación.

Cuarta: La implementación del piso de concreto armado como propuesta de solución en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, permitirá la prevención de patologías estructurales. En el ensayo de la resistencia de compresión con probetas cilíndrica de 6 x 12 pulgadas, los resultados fueron mayor a 250 kg/cm² en las tres muestras realizadas al piso de concreto armado. Por ello, en la presente investigación se concluye que la Hipótesis Especifica 4 alternativa tuvo resultado favorable.

RECOMENDACIONES

Primera: Se sugiere realizar un plan de evaluación y mantenimiento de las instalaciones de agua y desagüe que se encuentran ubicados próximos a las salas de máquinas de las Compañías de Bomberos del Perú, con la finalidad de evitar posibles filtraciones y fugas de agua, que puedan perjudicar la estructura de los pisos de concreto.

Segunda: Evaluar y trabajar de manera oportuna en la identificación de posibles patologías y realizar un plan de mantenimiento y rehabilitación de los pisos de concreto de la sala de máquinas de las Compañías de Bomberos a nivel nacional, con el fin de evitar que las patologías lleguen a un nivel de severidad considerable que afecte la funcionalidad de la estructura.

Tercera: Se sugiere que, antes de ejecutar la construcción de pisos de concreto de la sala de máquinas de las Compañías de Bomberos del Perú, realizar la evaluación correspondiente y aplicar las técnicas de mejoramiento de suelos, considerando que el piso será sometido a grandes cargas por la naturaleza de sus funciones.

Cuarta: Por último, se recomienda, realizar el control de calidad a los materiales que se emplearan para la construcción del piso de concreto; asimismo, realizar las respectivas pruebas y ensayos de resistencia a la compresión, para comprobar que la resistencia del concreto sea la solicitada, con el fin de evitar futuras patologías en los pisos de concreto de las Compañías de Bomberos.

REFERENCIAS

- Aguado A. (2006). “Determinación de patología, Obtenido de revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendoingenieria/article/download.
- ASTM International, ASTM D 1241 - “Especificación estándar para materiales para agregado de suelos, sub-base, base y capas de rodadura”, Estados Unidos, Obtenido de <https://pdfcookie.com/documents/astm-d-1241-base-sub-base-rvr7337q3w2o>
- Becker E y Chaix B, (2019), Pisos industriales de hormigón, diseño, construcción y mantenimiento, Argentina, Editorial Ediciones de la U,
- Bernal, C, (2010) “Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales”, Colombia, Tercera Edición, Editorial Pearson.
- Braja, D, (2015), “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”, México, Cuarta Edición, Editorial Cengage Learning Editores
- Ciro, R y Jiménez, W, (2017) “Estudio patológico en vivienda familiar Municipio de Gachala” - Cundinamarca, Repositorio de la Universidad Santo Tomas – Bogotá, Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4344/CiroAntonio2017.pdf>
- Coz, J, (2009), “Historia del Cuerpo de Bomberos Voluntarios del Perú al cierre del Milenio 1860-2000”, Perú, Primera Edición, Editorial SEGRAF S.A.
- Cuerpo General de Bomberos del Perú, “Comandancias Departamentales”, Obtenido de http://www.bomberosperu.gob.pe/portal/net_comando_comandancia.aspx
- Custodio, C, (2020) “Diseño de una metodología de prevención y tratamiento de las patologías en las cimentaciones de las viviendas en la urbanización la Floresta los Olivos 2019”, Repositorio de la Universidad Privada del Norte, Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25109/Custodio%20Palacios%20Clemente%20Abad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dolores, H, (2018) “Determinación y evaluación de las patologías del concreto del canal de regadío Condorhuain entre las progresivas 1+700 a 3+300, en el distrito de Acopampa, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash – 2018”, Repositorio de la Universidad Católica los Ángeles Chimbote, Obtenido de

http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/5381/CANAL_CO_NCRETO_PATOLOGIAS_DOLORES_ANAYA_HERBERT.pdf?sequence=4

Figueroa, R (2018) “Determinación y evaluación de las patologías del concreto en el I tramo de canal de riego Ichik Coriac – Cantuyoc, Distrito de Anta, Provincia de Carhuaz, Departamento de Ancash , 2018, Repositorio de la Universidad Católica los Ángeles Chimbote, Obtenido de

http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/6424/PATOLOGIA_CONCRETO_FIGUEROA_BONIFACIO_RUSBEL_WILDER.pdf?sequence=4

Gabino, A, (2017) “Determinación y evaluación de las patologías en columnas, muros y vigas de albañilería confinada del cerco perimétrico del centro inicial Niño Jesús N° 326 del distrito de Cotaparaco, provincia de Recuay, departamento de Ancash – 2017”, Repositorio de la Universidad Católica los Ángeles Chimbote, Obtenido de

http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3314/PATOLOGIA_TIPOS_DE_PATOLOGIAS_PAUCAR_YANAC_ADRIAN_GABINO.pdf?sequence=1

Harrington D y Fick G, (2014), “Guía para capas de refuerzo con Hormigón: Soluciones sustentables para capas de refuerzo y rehabilitación de pavimentos existentes, Washington, Tercera Edición, Publicación ACPA

Harumi R, (2017) “Estudio de Patologías en Hormigón Armado: Estudio de caso Edificio del Centro Cultural de São Paulo”, Repositorio de la Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Brasil, Obtenido de

<http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/capelo/2018-08-27/000906151.pdf>

Hernández, R., Fernández, C., y Batista, P., (2014), “Metodología de la Investigación”, México, Mc Graw Hill Education.

Intendencia Nacional de Bomberos, (2017), Reglamento de Organización y funciones de la Intendencia Nacional de Bomberos del Perú. Lima

Intendencia Nacional de Bomberos, “Quiénes somos” Recuperado de URL: <https://www.inbp.gob.pe/quienes-somos/>

Javier S. (2020) ¿Qué es la patología del concreto? Blog 360°, Recuperado de URL: <http://blog.360gradosenconcreto.com/la-patologia-del-concreto/>

- Mamani, L y Huarcaya R, (2018) “Identificación y evaluación de patologías en viviendas autoconstruidas en los barrios urbano marginales de la ciudad de Puno”, Repositorio de la Universidad del Altiplano, Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11111/Mamani_Luis_Huarcaya_Ronald.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio de obras públicas y comunicaciones, (2016), “Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación”, Republica Dominicana, Recuperado de URL: <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identificaci%C3%B3n-fallas.pdf>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones, (2003), “Reglamento Nacional de Vehículos DECRETO SUPREMO N° 058-2003-MTC, Recuperado de URL: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_70.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2019), “Propuesta de NORMA E.60 Concreto Armado”, Recuperado de URL: <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>
- Morales, R. (2006), “Diseño en Concreto Armado”, Perú, Tercera edición, editorial Fondo Editorial ICG.
- National Ready Mixed Concrete Association, “CIP 35 – Prueba de Resistencia a la compresión del concreto”, Recuperado de URL: <https://www.crmca.com/wp-content/uploads/2016/08/CIP-35-Spanish.pdf>
- Nilson, A, (2001), “Diseño de estructuras de concreto” Colombia, Duodécima edición, Editorial McGRAW-HILL INTERAMERICANA S.A.
- Porras D, García K y Mendez D, (2020), “Estado de la investigación sobre la patología de la construcción: un análisis bibliométrico”, Revista Tecnología en marcha, volumen 33, Costa Rica, Recuperado de URL: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/5507/5222
- Ramírez J, (2015) “Análisis patológico de las losas de concreto, alrededor del tanque elevado y de la zona de juegos de ciencia-recreación del parque Infantil Miguel Cortez De La Ciudad De Piura-Septiembre 2015”, Repositorio de la Universidad Católica los Ángeles Chimbote, Obtenido de

http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/677/LOSA_PATOLOGIAS_RAMIREZ_CARRASCO_HERVER_JOSETH.pdf?sequence=1

Reglamento Nacional de Edificaciones, (2010), tercera edición, Editorial Megabyte S.A.C

Rico A. y Del Castillo H, (1992), Instituto Mexicano del Transporte, documento técnico N° 7, “Consideraciones sobre compactación de suelos en obras de infraestructura de transporte”, México, Obtenido de <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/DocumentoTecnico/dt7.pdf>

Rodríguez, V. (2004). “Manual de patología de la edificación”, Departamento de tecnología de la edificación – Universidad Politécnica de Madrid, Tomo 1, Recuperado de URL: http://www.asturcons.org/docsnormativa/5891_1522.pdf

Saenz, A, (2020), “Determinación y evaluación de patologías de concreto en el canal de riego tercera toma, en el distrito de Ranrahirca, provincia de Yungay, departamento de Ancash-2019”, Repositorio de la Universidad Católica los Ángeles Chimbote, Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/CONCRETO_PATOLOGIA_SAENZ_JAMA_NCA_ADELAIDA_CRISTINA%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/CONCRETO_PATOLOGIA_SAENZ_JAMA_NCA_ADELAIDA_CRISTINA%20(1).pdf)

Salsilli, R (2011). “Manual de diseño de piso industriales”, Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile,

Sánchez, E, (2018) “Estudio patológico del estudio de la Universidad Nacional de Cajamarca – Sede Jaén – Local Central”, Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca, Obtenido de https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1990/T016_70880218_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sika, (2009), “Sika informaciones técnicas, Curado del Concreto”, Colombia, Obtenido de <https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/e/Curado%20del%20Concreto.pdf>

Soler, R, Mendoza, L y Torres, A, (2019) “Estudio patológico para la recuperación y optimización de la losa entre piso del sótano de parqueaderos del edificio Silvestre II”, Repositorio de la Universidad Santo Tomas – Bogotá, Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30111/2020andressoler.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Sotomayor, C, (2020), “Entendiendo a las fisuras y grietas en las estructuras de concreto, Recuperado de URL: <http://www.consultcreto.com/pdf/entendiendo.pdf>
- SUNAT, (2019), “Resolución de Superintendencia N° 196 -2019/SUNAT aprueban el instructivo Descripciones mínimas de vehículos nuevos y usados”, DESPA-IT.01.20 (VERSIÓN 1)”, Recuperado de URL: <https://www.sunat.gob.pe/legislacion/superin/2019/196-2019.pdf>
- Toirac, J, (2012), “Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la República Dominicana, su impacto en la calidad y costo de hormigón”, República Dominicana, Revista Ciencia y Sociedad, Volumen XXXVII, Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/870/87024622003.pdf>
- Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”, Departamento de Mecánica Estructural, Análisis de tamaño de partículas por tamizado en agregado fino y grueso y determinaciones de materiales más fino que el tamiz N° 200 (75 µm) en agregado minerales por lavado. Obtenido de <https://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoAgregados/GRANULOMETRIA.pdf>
- Universidad Nacional de Ingeniería, (2006) “Compactación de suelos en laboratorio utilizando un energía modificada (56 000 pie-lb/pie 23 [2 700 kN-m/m³]) (PROCTOR MODIFICADO). Obtenido de <http://www.lms.uni.edu.pe/Proctor%20Modificado.pdf>
- Universidad Técnica Particular de Loja, “Asentamiento en el Hormigón Fresco (Resumen ASTM C 143), Ecuador, Obtenido de: https://www.academia.edu/12268748/Resumen_ASTM_C143.
- Vélez L. (2009). “Patologías del concreto” Recuperado de URL: <http://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendoingenieria/article/view/1521>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Análisis de las patologías estructurales y su propuesta de solución del piso de concreto de 64 años de antigüedad sometido a grandes cargas de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, 2021.”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES				
			VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo analizar las patologías estructurales y su propuesta de solución del piso de concreto de 64 años de antigüedad sometido a grandes cargas de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, 2021?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Analizar las patologías estructurales y su propuesta de solución del piso de concreto de 64 años de antigüedad sometido a grandes cargas de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, 2021</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Patologías estructurales y su propuesta de solución del piso de concreto de 64 años de antigüedad sometido a grandes cargas de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, 2021</p>			- Humedad	Área afectada por humedad (m2)	
<p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuáles son las causas de las patologías estructurales del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21? ¿Cuál es el nivel de severidad de las patologías estructurales en el piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21? ¿En qué consiste el mejoramiento y compactación del terreno como propuesta de solución del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21? ¿Cómo es la implementación del piso de concreto armado como propuesta de solución en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21? 	<p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar las causas de las patologías estructurales del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21. Definir el nivel de severidad de las patologías estructurales en el piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21. Determinar el mejoramiento y compactación del terreno como propuesta de solución del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21. Analizar la implementación del piso de concreto armado como propuesta de solución en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21. 	<p>Hipótesis Específica 1</p> <ul style="list-style-type: none"> HA: Existen causas de las patologías estructurales del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21. HO: No existen causas de las patologías estructurales del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21. <p>Hipótesis Específica 2</p> <ul style="list-style-type: none"> HA: Existe nivel de severidad de las patologías estructurales en el piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21. HO: No existe nivel de severidad de las patologías estructurales en el piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21. <p>Hipótesis Específica 3</p> <ul style="list-style-type: none"> HA: Mejoramiento y compactación del terreno como propuesta de solución del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, permitirá mejorar las propiedades portantes del suelo. HO: Mejoramiento y compactación del terreno como propuesta de solución del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, no permitirá mejorar las propiedades portantes del suelo. <p>Hipótesis Específica 4</p> <ul style="list-style-type: none"> HA: Implementación del piso de concreto armado como propuesta de solución en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, permitirá la prevención de patologías estructurales. HO: Implementación del piso de concreto armado como propuesta de solución en la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos del Perú - Rímac N° 21, no permitirá la prevención de patologías estructurales. 	Variable Independiente	PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN EL CONCRETO	Fisuras Grietas Hundimiento	- Nivel de Severidad de las patologías	<p>FISURAS</p> <p>Nivel muy bajo: $e < 0.05$ mm.</p> <p>Nivel bajo: $0.1 < e < 0.2$ mm.</p> <p>Nivel moderado: $0.2 < e < 0.4$ mm.</p> <p>GRIETAS</p> <p>Nivel alto: $0.4 < e < 1.0$ mm.</p> <p>- Nivel muy alto: $e > 1.0$ mm</p> <p>HUNDIMIENTO</p> <p>Nivel Severo: m2</p>
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN							
ENFOQUE CUALITATIVO Tipo investigación Aplicativa	Población y Muestra	Técnica e instrumento Técnica Observación	Variable Dependiente	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	Mejoramiento y compactación del terreno.	Control de compactación ASTM D 1556	Grado de compactación en %

Nivel Correlacional Diseño No experimental Método Inductivo Corte Transversal	Población la Compañía de Bomberos del Perú – Rímac N° 21 La muestra es no probabilística por conveniencia y esta está conformada por la Compañía de Bomberos del Perú – Rímac N° 21	Instrumento Guía de observación Ensayos in situ y laboratorio			Implementación de piso de concreto armado	-Ensayo de resistencia a la compresión con probetas cilíndrica de 6 x 12 pulgadas	En kg/cm ²
--	--	--	--	--	---	---	-----------------------

ANEXO 2

CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO DE LA GUIA DE OBSERVACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Para obtener el resultado de confiabilidad se empleó el análisis estadístico de Alfa de Cronbach, donde se obtuvo 0.74 indicando que el instrumento es de excelente confiabilidad.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum v_i}{vt} \right)$$

OBJETO DE ESTUDIO	ITEMS														SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	1	1	1	2	3	2	1	2	1	1	2	1	1	1	20
2	2	2	2	1	3	2	1	2	1	1	1	2	1	1	22
3	3	3	2	1	3	2	2	2	1	1	2	3	1	1	27
4	4	4	2	2	3	2	2	2	1	1	1	3	1	1	29
VARIANZA	1.25	1.25	0.19	0.25	0	0	0.25	0	0	0	0.25	0.69	0	0	

K (NUMERO DE ITEMS) = 14

$\sum V_i$ (VARIANZA DE CADA ITEM) = 4.125

V_t (VARIANZA TOTAL) = 13.25

α (ALFA) = 0.74

ANEXO 3

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE LA GUIA DE OBSERVACIÓN DE LA
INVESTIGACIÓN - JUICIO DE EXPERTO 01

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

Apellidos y Nombres: Custodio Palacios Clemente Abad
Grado Académico: titulado
Institución que labora: GW smart construction S.A.C.
Título de la Investigación: Análisis de las patologías estructurales y su propuesta de solución del piso de concreto de 64 años de antigüedad sometido a grandes cargas de la sala de máquinas de la compañía de bomberos del Perú - Rimac N° 21, 2021.

CRITERIO DE APLICABILIDAD:

- a) Del 00 al 20%: (No válido, reformular)
- b) Del 21% al 40%: (No válido, modificar)
- c) Del 41% al 60%: (Válido, mejorar)
- d) Del 61% al 80%: (Válido, precisar)
- e) Del 81% al 100%: (Válido, aplica)

INDICADORES DE EVALUAC. DE INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS	Deficiente 0% - 20%	Regular 21% - 40%	Bueno 41% - 60%	Muy Bueno 61% - 80%	Excelente 81% - 100%
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					85%
Objetividad	Está formulado con conductas observables					87%
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y Tecnología					89%
Organización	Existe organización y lógica					93%
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					95%
Intencionalidad	Adecuado para valorar los aspectos del estudio					90%
Consistencia	Basado en el aspecto teórico - científico y del tema de estudio					85%
Coherencia	Entre las variables, dimensiones y variables					94%
Metodología	La estrategia responde al propósito del estudio					92%
Conveniencia	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías.					88%
SUB TOTAL						90%
TOTAL						90%

Valoración Cuantitativa (total x 0.10): 90%
Valoración Cualitativa: Aplicable
Opinión de Aplicabilidad: La guía de observación, cumple y puede ser aplicada por el tesisista para la presente investigación

Lugar y fecha: Lima 20/11/2021

Clemente Abad
CLÉMENTE ABAD
CUSTODIO PALACIOS
Ingeniero Civil
CIP N° 264682

Firma del Experto
DNI: 32527450

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE LA GUIA DE OBSERVACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN - JUICIO DE EXPERTO 03

**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS**

Apellidos y Nombres: Canario Robles César Andres
 Grado Académico: TITULADO
 Institución que labora: TENOORA S.A.C
 Título de la Investigación: Análisis de las patologías estructurales y su propuesta de solución del piso de concreto de 64 años de antigüedad sometido a grandes cargas de la sala de máquinas de la compañía de bomberos del Perú - Rímac N° 21, 2021.

CRITERIO DE APLICABILIDAD:

- a) Del 00 al 20%: (No válido, reformular)
- b) Del 21% al 40%: (No válido, modificar)
- c) Del 41% al 60%: (Válido, mejorar)
- d) Del 61% al 80%: (Válido, precisar)
- e) Del 81% al 100%: (Válido, aplica)

INDICADORES DE EVALUAC. DE INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS	Deficiente 0% - 20%	Regular 21% - 40%	Bueno 41% - 60%	Muy Bueno 61% - 80%	Excelente 81% - 100%
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					95%
Objetividad	Está formulado con conductas observables					89%
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y Tecnología					87%
Organización	Existe organización y lógica					92%
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					94%
Intencionalidad	Adecuado para valorar los aspectos del estudio					90%
Consistencia	Basado en el aspecto teórico - científico y del tema de estudio					92%
Coherencia	Entre las variables, dimensiones y variables					88%
Metodología	La estrategia responde al propósito del estudio					86%
Conveniencia	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías.					84%
SUB TOTAL						
TOTAL						89.7%

Valoración Cuantitativa (total x 0.10): 89.7%
 Valoración Cualitativa: APLICABLE
 Opinión de Aplicabilidad: se valida el instrumento para ser aplicado y empleado en la investigación.

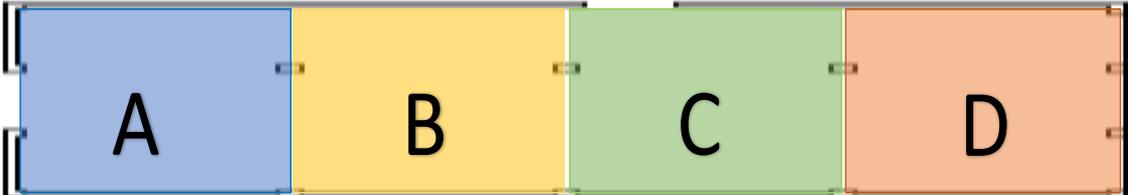
Lugar y fecha: 04 de Diciembre 2021 - Lima



 CESAR ANDRES CANARIO ROBLES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 269015

Firma del Experto
DNI: 45962973

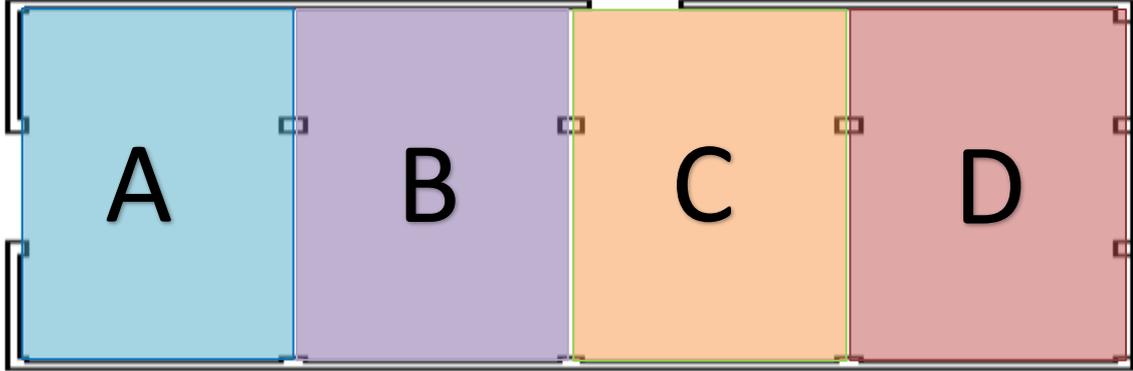
INSTRUMENTO DE LA GUIA DE OBSERVACIÓN

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN CONCRETO DEL PISO DE 64 AÑOS DE ANTIGÜEDAD SOMETIDO A GRANDES CARGAS DE LA SALA DE MÁQUINAS DE LA COMPAÑÍA DE BOMBEROS DEL PERÚ - RÍMAC N° 21, 2021.				
Entidad:	Intendencia Nacional de Bomberos del Perú			
Área:	Subdirección de Gestión de Infraestructura y Equipamiento			
Evaluador:	Bach. Ing. Civil, Samuel Magno Guerrero Vargas			
Ficha N° 01:	Evaluación de Patologías Estructurales del piso de concreto			
Proyecto:	Servicio de mantenimiento a la losa de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21			
Fecha:	02/05/2021			
Área total (m2):	304.35			
Área evaluada:	A	B	C	D
	74.67 m2	75.93 m2	75.93 m2	77.82 m2
FISURAS				
Áreas con patologías (m2)				
% de Área con patologías				
Nivel de severidad	MUY BAJO $e < 0.05$ mm	BAJO $0.1 < e < 0.2$ mm.	MODERADO $0.2 < e < 0.4$ mm.	
Descripción de la observación				
GRIETAS				
Áreas con patologías (m2)				
% de Área con patologías				
Nivel de severidad	ALTO		MUY ALTO	
Descripción de la observación				
HUNDIMIENTO				
Áreas con patologías (m2)				
% de Área con patologías				
Nivel de severidad	SEVERO			
Descripción de la observación				
CAUSAS DE PATOLOGÍAS				
Tiempo de antigüedad (años)				
Peso de la carga viva (kg)				
Área afectada por humedad (m2)				
Descripción de la observación				
Esquema de área evaluada				
				

ANEXO 7

RESULTADO DEL INSTRUMENTO DE LA GUIA DE OBSERVACIÓN – ÁREA A
GUÍA DE OBSERVACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN CONCRETO DEL PISO DE 64 AÑOS DE ANTIGÜEDAD SOMETIDO A GRANDES CARGAS DE LA SALA DE MÁQUINAS DE LA COMPAÑÍA DE BOMBEROS DEL PERÚ - RÍMAC N° 21, 2021.

Entidad:	Intendencia Nacional de Bomberos del Perú			
Área:	Subdirección de Gestión de Infraestructura y Equipamiento			
Evaluador:	Bach. Ing. Civil, Samuel Magno Guerrero Vargas			
Ficha N° 01:	Evaluación de Patologías Estructurales del piso de concreto			
Proyecto:	Servicio de mantenimiento a la losa de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21			
Fecha:	02/05/2021			
Área total (m2):	304.35			
Área evaluada:	A	B	C	D
	X			
	74.67 m2	75.93 m2	75.93 m2	77.82 m2
	X			
FISURAS				
Áreas con patologías (m2)	33.02			
% de Área con patologías	44.22%			
Nivel de severidad	MUY BAJO $e < 0.05$ mm	BAJO $0.1 < e < 0.2$ mm.	MODERADO $0.2 < e < 0.4$ mm.	
			X	
Descripción de la observación	El área "A" de 74.67 m2, del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21, presenta patologías de fisuras con un nivel de severidad moderado, representando el 44.22% del área evaluada.			
GRIETAS				
Áreas con patologías (m2)	18.87			
% de Área con patologías	25.27%			
Nivel de severidad	ALTO $0.4 < e < 1.0$ mm.		MUY ALTO $e > 1.0$ mm	
			X	
Descripción de la observación	Presencia de patologías de grietas con un nivel de severidad muy alto, que representa el 25.27 % sobre el área "A" correspondiente a 74.67m2, producto de la sobrecarga de unidades vehiculares de bomberos a la cual es sometido el piso de concreto.			

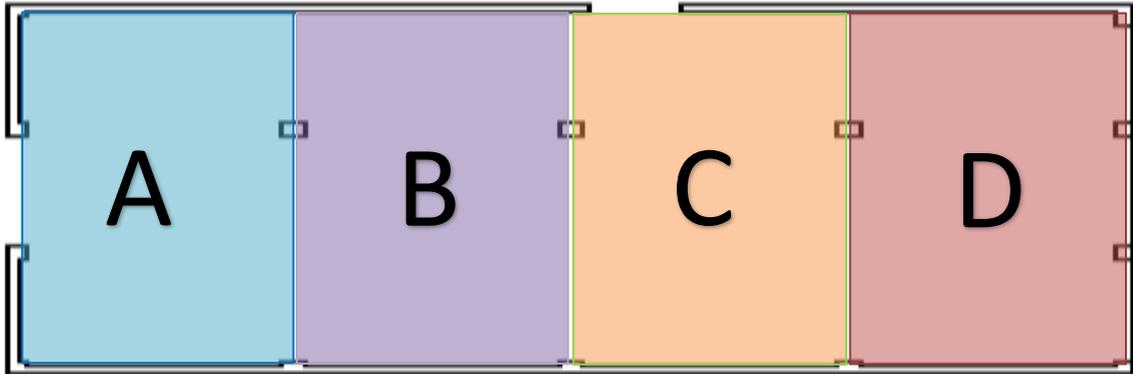
HUNDIMIENTO	
Áreas con patologías (m ²)	0
% de Área con patologías	0.00%
Nivel de severidad	SEVERO m ² --
Descripción de la observación	El área "A" evaluada, no presento patologías de hundimiento.
CAUSAS DE PATOLOGÍAS	
Tiempo de antigüedad (años)	64 Años
Peso de la carga viva (kg)	25 Tn
Área afectada por humedad (m ²)	0
Descripción de la observación	La principal causa del origen de las patologías, fue debido a la fuga de agua de una tubería antigua que pasaba debajo del piso de concreto, provocando la saturación del suelo y la pérdida de su capacidad portante. Además que, el piso de concreto fue construido hace 64 años, sin considerar el incremento de la sobrecarga de los vehículos de bomberos actuales (Cisternas, autobombas, etc.)
Esquema de área evaluada	
	

ANEXO 8

RESULTADO DEL INSTRUMENTO DE LA GUIA DE OBSERVACIÓN – ÁREA B

**GUÍA DE OBSERVACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN
CONCRETO DEL PISO DE 64 AÑOS DE ANTIGÜEDAD SOMETIDO A GRANDES
CARGAS DE LA SALA DE MÁQUINAS DE LA COMPAÑÍA DE BOMBEROS DEL
PERÚ - RÍMAC N° 21, 2021.**

Entidad:	Intendencia Nacional de Bomberos del Perú			
Área:	Subdirección de Gestión de Infraestructura y Equipamiento			
Evaluador:	Bach. Ing. Civil, Samuel Magno Guerrero Vargas			
Ficha N° 01:	Evaluación de Patologías Estructurales del piso de concreto			
Proyecto:	Servicio de mantenimiento a la losa de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21			
Fecha:	02/05/2021			
Área total (m2):	304.35			
Área evaluada:	A	B	C	D
		X		
	74.67 m2	75.93 m2	75.93 m2	77.82 m2
		X		
FISURAS				
Áreas con patologías (m2)	31.67			
% de Área con patologías	41.71 %			
Nivel de severidad	MUY BAJO $e < 0.05$ mm	BAJO $0.1 < e < 0.2$ mm.	MODERADO $0.2 < e < 0.4$ mm.	
			x	
Descripción de la observación	El área "B" de 75.93 m2, del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21, presenta patologías de fisuras con un nivel de severidad moderado, representando el 41.71% del área evaluada.			
GRIETAS				
Áreas con patologías (m2)	22.96			
% de Área con patologías	30.24 %			
Nivel de severidad	ALTO $0.4 < e < 1.0$ mm.	MUY ALTO $e > 1.0$ mm		
			x	
Descripción de la observación	Presencia de patologías de grietas con un nivel de severidad muy alto, que representa el 30.24% sobre el área "B" correspondiente a 75.93 m2, producto de la sobrecarga de unidades vehiculares de bomberos a la cual es sometido el piso de concreto.			
HUNDIMIENTO				

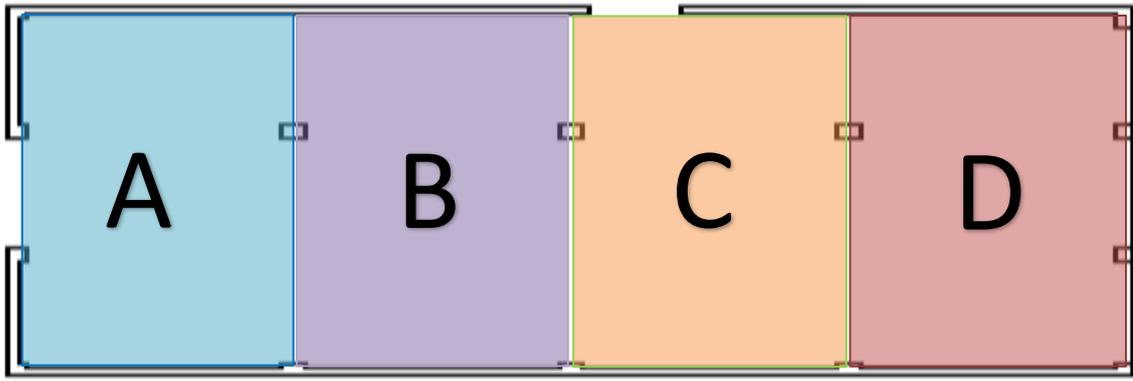
Áreas con patologías (m2)	0
% de Área con patologías	0.00 %
Nivel de severidad	SEVERO m2
	--
Descripción de la observación	El área "B" evaluada, no presento patologías de hundimiento.
CAUSAS DE PATOLOGÍAS	
Tiempo de antigüedad (años)	64 Años
Peso de la carga viva (kg)	25 Tn
Área afectada por humedad (m2)	24 m2
Descripción de la observación	La principal causa del origen de las patologías, fue debido a la fuga de agua de una tubería antigua que pasaba debajo del piso de concreto, provocando la saturación del suelo y la pérdida de su capacidad portante. Además, que, el piso de concreto fue construido hace 64 años, sin considerar el incremento de la sobrecarga de los vehículos de bomberos actuales (Cisternas, autobombas, etc.)
Esquema de área evaluada	
	

ANEXO 9

RESULTADO DEL INSTRUMENTO DE LA GUIA DE OBSERVACIÓN – ÁREA C

**GUÍA DE OBSERVACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN
CONCRETO DEL PISO DE 64 AÑOS DE ANTIGÜEDAD SOMETIDO A GRANDES
CARGAS DE LA SALA DE MÁQUINAS DE LA COMPAÑÍA DE BOMBEROS DEL
PERÚ - RÍMAC N° 21, 2021.**

Entidad:	Intendencia Nacional de Bomberos del Perú			
Área:	Subdirección de Gestión de Infraestructura y Equipamiento			
Evaluador:	Bach. Ing. Civil, Samuel Magno Guerrero Vargas			
Ficha N° 01:	Evaluación de Patologías Estructurales del piso de concreto			
Proyecto:	Servicio de mantenimiento a la losa de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21			
Fecha:	02/05/2021			
Área total (m2):	304.35			
Área evaluada:	A	B	C	D
			X	
	74.67 m2	75.93 m2	75.93 m2	77.82 m2
			x	
FISURAS				
Áreas con patologías (m2)	22.89			
% de Área con patologías	30.15 %			
Nivel de severidad	MUY BAJO $e < 0.05$ mm	BAJO $0.1 < e < 0.2$ mm.	MODERADO $0.2 < e < 0.4$ mm.	
			x	
Descripción de la observación	El área "C" de 75.93 m2, del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21, presenta patologías de fisuras con un nivel de severidad moderado, representando el 30.15% del área evaluada.			
GRIETAS				
Áreas con patologías (m2)	28.3			
% de Área con patologías	37.27%			
Nivel de severidad	ALTO $0.4 < e < 1.0$ mm.	MUY ALTO $e > 1.0$ mm		
			x	
Descripción de la observación	Presencia de patologías de grietas con un nivel de severidad muy alto, que representa el 37.27% sobre el área "C" correspondiente a 75.93 m2, producto de la sobrecarga de unidades vehiculares de bomberos a la cual es sometido el piso de concreto.			
HUNDIMIENTO				

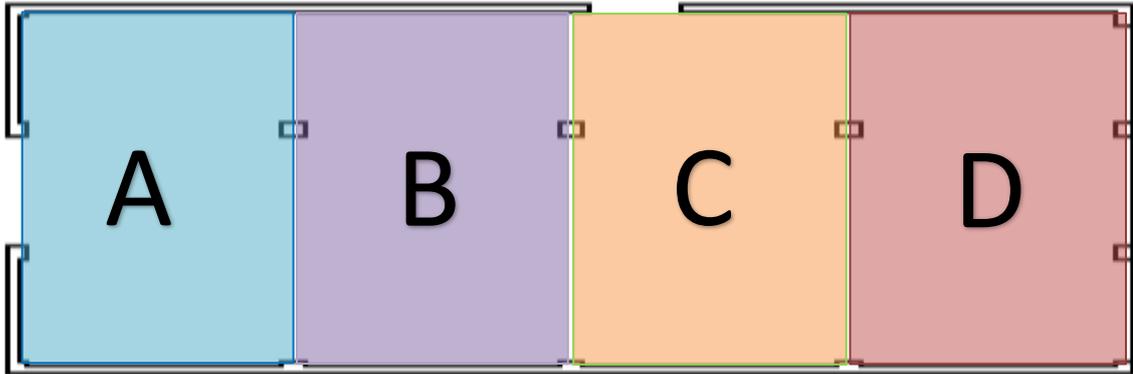
Áreas con patologías (m2)	8.34
% de Área con patologías	10.98 %
Nivel de severidad	SEVERO m2
	x
Descripción de la observación	El área "C", presento patologías de hundimiento de 8.34 m2 representando un 10.98% del área evaluada, catalogándolo como nivel severo. La patología se produjo debido a la humedad del suelo y la pérdida de la capacidad portante del suelo, lo que conllevó al colapso del piso de concreto.
CAUSAS DE PATOLOGÍAS	
Tiempo de antigüedad (años)	64 Años
Peso de la carga viva (kg)	25 Tn
Área afectada por humedad (m2)	75.93 m2
Descripción de la observación	La principal causa del origen de las patologías, fue debido a la fuga de agua de una tubería antigua que pasaba debajo del piso de concreto, provocando la saturación del suelo y la pérdida de su capacidad portante. Además, que, el piso de concreto fue construido hace 64 años, sin considerar el incremento de la sobrecarga de los vehículos de bomberos actuales (Cisternas, autobombas, etc.)
Esquema de área evaluada	
	

ANEXO 10

RESULTADO DEL INSTRUMENTO DE LA GUIA DE OBSERVACIÓN – ÁREA D

**GUÍA DE OBSERVACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN
CONCRETO DEL PISO DE 64 AÑOS DE ANTIGÜEDAD SOMETIDO A GRANDES
CARGAS DE LA SALA DE MÁQUINAS DE LA COMPAÑÍA DE BOMBEROS DEL
PERÚ - RÍMAC N° 21, 2021.**

Entidad:	Intendencia Nacional de Bomberos del Perú			
Área:	Subdirección de Gestión de Infraestructura y Equipamiento			
Evaluador:	Bach. Ing. Civil, Samuel Magno Guerrero Vargas			
Ficha N° 01:	Evaluación de Patologías Estructurales del piso de concreto			
Proyecto:	Servicio de mantenimiento a la losa de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21			
Fecha:	02/05/2021			
Área total (m2):	304.35			
Área evaluada:	A	B	C	D
				X
	74.67 m2	75.93 m2	75.93 m2	77.82 m2
				X
FISURAS				
Áreas con patologías (m2)	27.29			
% de Área con patologías	35.07%			
Nivel de severidad	MUY BAJO $e < 0.05$ mm	BAJO $0.1 < e < 0.2$ mm.	MODERADO $0.2 < e < 0.4$ mm.	
			X	
Descripción de la observación	El área "D" de 77.82 m2, del piso de concreto de la sala de máquinas de la Compañía de Bomberos Rímac N° 21, presenta patologías de fisuras con un nivel de severidad moderado, representando el 35.07% del área evaluada.			
GRIETAS				
Áreas con patologías (m2)	27.13			
% de Área con patologías	34.86%			
Nivel de severidad	ALTO $0.4 < e < 1.0$ mm.	MUY ALTO $e > 1.0$ mm		
			X	
Descripción de la observación	Presencia de patologías de grietas con un nivel de severidad muy alto, que representa el 34.86% sobre el área "D" correspondiente a 77.82 m2, producto de la sobrecarga de unidades vehiculares de bomberos a la cual es sometido el piso de concreto.			
HUNDIMIENTO				

Áreas con patologías (m2)	0
% de Área con patologías	0.00 %
Nivel de severidad	SEVERO m2
	--
Descripción de la observación	El área "D" evaluada, no presento patologías de hundimiento.
CAUSAS DE PATOLOGÍAS	
Tiempo de antigüedad (años)	64
Peso de la carga viva (kg)	25 Tn
Área afectada por humedad (m2)	77.82
Descripción de la observación	La principal causa del origen de las patologías, fue debido a la fuga de agua de una tubería antigua que pasaba debajo del piso de concreto, provocando la saturación del suelo y la pérdida de su capacidad portante. Además, que, el piso de concreto fue construido hace 64 años, sin considerar el incremento de la sobrecarga de los vehículos de bomberos actuales (Cisternas, autobombas, etc.)
Esquema de área evaluada	
	

ANEXO 11

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 1241



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

INFORME : 600 - LEM - 21
SOLICITANTE : CORPORACION SEINTCO S.A.C.
OBRA : SERVICIO DE MANTENIMIENTO A LA LOSA DE LA SALA DE MAQUINAS DE LA COMPAÑIA DE BOMBEROS
UBICACIÓN : RIMAC N° 21 - DISTRITO DEL RIMAC - LIMA - LIMA
FECHA : DISTRITO DEL RIMAC - LIMA - LIMA
FECHA : 01 DE JUNIO DEL 2021

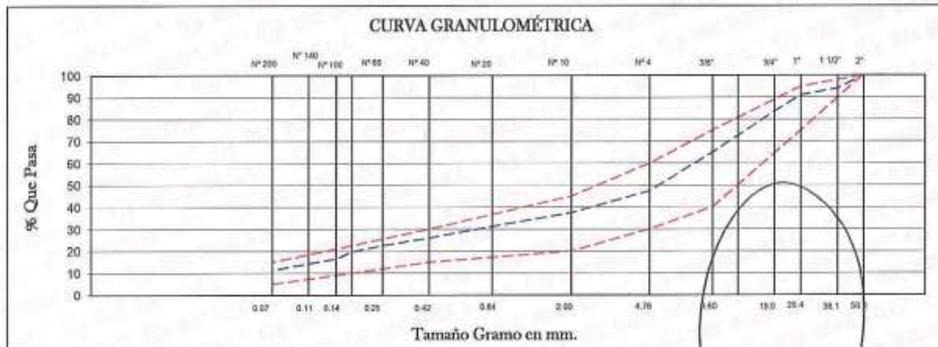
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 1241

MATERIAL : AFIRMADO

w0 =		GRANO > No. 4					Gradación	GRANO < No. 4					w1 =	Gradación	
5241.0 g							B						474.1 g	B	
Mallas A.S.T.M	PESO TOTAL DE LA MUESTRA					%	Luz Tamiz En m.m	PESO TOTAL DE LA MUESTRA					%	Gradación	
	GRM							Luz Tamiz En m.m	GRM						
	Retenido en g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Que pasa T1 x 100 w0	Retenido en g				% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Que pasa T1 x 100 w0				
No. 4	4.760	920.1	17.6	52.5	47.5	100.0	No. 4	4.76							
3"		0	0	0	100.0		10	2.000	98.7	10.0	62.5	37.49	20 - 45		
2 1/2"		0.0	0	0	100.0	100	20	0.840	62.5	6.3	68.8	31.23			
2"		0.0	0.0	0.0	100.0		40	0.420	51.7	5.2	73.9	26.05	15 - 30		
1 1/2"		302.5	5.8	5.8	94.2	75 - 95	60	0.250	34.3	3.4	77.4	22.62			
1"		167.8	3.2	9.0	91.0		100	0.177	28.7	2.9	80.3	19.74			
3/4"		387.4	7.4	16.4	83.6		140	0.149	32.4	3.2	83.5	16.50			
3/8"		975.4	18.6	35.0	65.0	40 - 75	200	0.074	51.6	5.2	88.7	11.33	5 - 15		
No. 4		920.1	17.6	52.5	47.5	30 - 60	F	113.20	11.3	100.0	0.00				

w0 = Peso total de la muestra

% DE HUMEDAD =	3.7
% DE GRAVA =	52.53
% DE ARENA =	36.13
% DE FINOS =	11.33



LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	LL 22	LP 19	IP 3
Clasif.	SUCS	GP - GM	AASHTO A-1-a
			IG(0)

HECHO POR : Tec. Jimi Cerquera E.
REVISADO : Ing. Jorge Zapata Castillo



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL CIP 58428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 LL N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

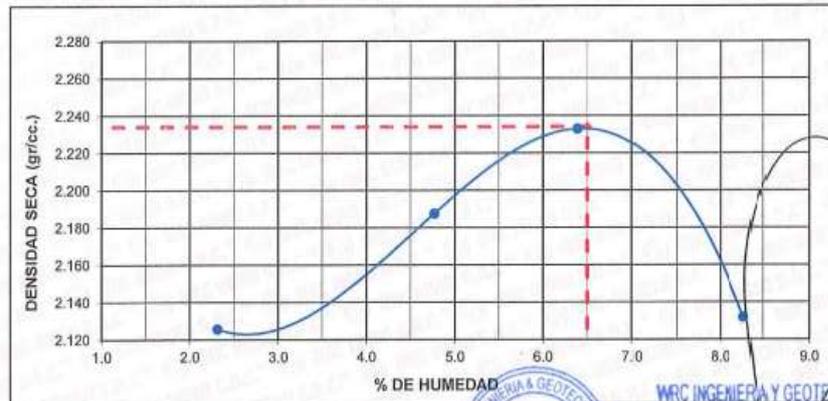
INFORME : 601 - LEM - 21 - PM
SOLICITA : CORPORACION SEINTCO S.A.C.
OBRA : SERVICIO DE MANTENIMIENTO A LA LOSA DE LA SALA DE MAQUINAS DE LA COMPAÑIA DE BOMBEROS
RIMAC N° 21 - DISTRITO DEL RIMAC - LIMA - LIMA
UBICACIÓN : DISTRITO DEL RIMAC - LIMA - LIMA
FECHA : 01 DE JUNIO DEL 2021

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

MUESTRA : AFIRMADO

ENSAYO DE COMPACTACION					
VOLUMEN DEL MOLDE :	2122 cm ³	PESO DEL MOLDE :			6300 g
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
PESO DEL MOLDE + MUESTRA (g)		10915	11163	11341	11198
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (g)		4615	4863	5041	4898
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		2.17	2.29	2.38	2.31
DENSIDAD SECA (g/cm ³)		2.126	2.187	2.233	2.132

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
TARRO N°.		1	2	3	4
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)		1534.50	1585.50	1528.50	1507.50
PESO DEL TARRO + SUELO SECO (g)		1499.80	1524.80	1451.80	1414.80
PESO DE AGUA (g)		34.70	60.70	76.70	92.70
PESO DEL TARRO (g)		0.0	251.0	251.0	294.0
PESO DE SUELO SECO (g)		1499.80	1273.80	1200.80	1120.80
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		2.31	4.77	6.39	8.27
DENSIDAD MAXIMA SECA		2.234 g/cm ³	HUMEDAD OPTIMA		6.50 %



Hecho Por : Téc. Jimi Cerquera Encinas



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL N° 58426

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 LI. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranja S.A.C. Tel: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrceosac.com

ANEXO 13

CONTROL DEL GRADO DE COMPACTACIÓN ASTM D1556



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

INFORME : 602 - LMS - 21- DN
SOLICITA : CORPORACION SEINTCO S.A.C.
OBRA : SERVICIO DE MANTENIMIENTO A LA LOSA DE LA SALA DE MAQUINAS DE LA COMPAÑIA DE BOMBEROS
RIMAC Nº 21 - DISTRITO DEL RIMAC - LIMA - LIMA
UBICACIÓN : DISTRITO DE LA PERLA - CALLAO - CALLAO
FECHA : 02 de Junio de 2021

ENSAYO DE DENSIDAD NATURAL - CONTROL DE GRADO DE COMPACTACION ASTM D1556

MATERIAL : AFIRMADO
CAPA : BASE

Pto	UBICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	GRADO DE COMPACTACION (%)
01	LOSA DE LA SALA DE MAQUINAS	2-Jun	6.50	2.236	100.2
02	LOSA DE LA SALA DE MAQUINAS	2-Jun	6.50	2.250	100.7
03	LOSA DE LA SALA DE MAQUINAS	2-Jun	6.50	2.254	100.9
04	LOSA DE LA SALA DE MAQUINAS	2-Jun	6.50	2.245	100.5

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557 (C)

MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 2.234
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 6.50

OBSERVACIONES : Las Ubicaciones fueron identificadas por el Solicitante
HECHO POR : Téc. Jairo C.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL Nº 56428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 LL. Nº 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 671 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios Nº 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar Nº 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles Nº 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com

ANEXO 14

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – LOSA 1ER PAÑO



WRC INGEO S.A.C.®

INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS – PROYECTOS
SUELOS – CONCRETO – ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

INFORME : 701 - LEM - 21
 SOLICITANTE : CORPORACION SEINTCO S.A.C.
 OBRA : SERVICIO DE MANTENIMIENTO A LA LOSA DE LA SALA DE MAQUINAS DE LA COMPAÑIA DE BOMBEROS
 RIMAC N° 21 - DISTRITO DEL RIMAC - LIMA - LIMA
 UBICACIÓN : DISTRITO DEL RIMAC - LIMA - LIMA
 FECHA : 8 de Julio de 2021

**PLANILLA DE RESULTADOS - ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(NORMA DE ENSAYO ASTM C39 / C39M-99) - (NTP 339,034 - 1999)**

DISEÑO : 260 Kg/cm2
 MATERIAL : Cemento , Piedra Chancada y Arena
 TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 6 X 12 pulgadas

MUESTRA	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	EDAD DE DIAS	FECHA DE ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)
P - 1	LOSA 1er PAÑO	10-Jun	28	8-Jul	285.60

OBSERVACION : Las muestras fueron provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO

ING. CIVIL CIP 56428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Tel.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 965 034 720

BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 (46) • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720

JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720

E-mail: adm@wrcingeosac.com

ANEXO 15

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – LOSA 2DO PAÑO



WRC INGENIO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

INFORME : 702 - LEM - 21
 SOLICITANTE : CORPORACION SEINTCO S.A.C.
 OBRA : SERVICIO DE MANTENIMIENTO A LA LOSA DE LA SALA DE MAQUINAS DE LA COMPAÑIA DE BOMBEROS
 RIMAC N° 21 - DISTRITO DEL RIMAC - LIMA - LIMA
 UBICACIÓN : DISTRITO DEL RIMAC - LIMA - LIMA
 FECHA : 9 de Julio de 2021

**PLANILLA DE RESULTADOS - ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(NORMA DE ENSAYO ASTM C39 / C39M-99) - (NTP 339,034 - 1999)**

DISEÑO : 280 Kg/cm2
 MATERIAL : Cemento , Piedra Chancada y Arena
 TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 6 X 12 pulgadas

MUESTRA	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	EDAD DE DIAS	FECHA DE ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)
P - 1	LOSA 2do PAÑO	18-Jun	21	9-Jul	262.75

OBSERVACION : Las muestras fueron provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 56428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 LL N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – LOSA 3ER PAÑO



WRC INGENIO S.A.C.[®]

INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

INFORME : 700 - LEM - 21
 SOLICITANTE : CORPORACION SEINTCO S.A.C.
 OBRA : SERVICIO DE MANTENIMIENTO A LA LOSA DE LA SALA DE MAQUINAS DE LA COMPAÑIA DE BOMBEROS
 RIMAC N° 21 - DISTRITO DEL RIMAC - LIMA - LIMA
 UBICACIÓN : DISTRITO DEL RIMAC - LIMA - LIMA
 FECHA : 7 de Julio de 2021

PLANILLA DE RESULTADOS - ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
 (NORMA DE ENSAYO ASTM C39 / C39M-99) - (NTP 339,034 - 1999)

DISEÑO : 280 Kg/cm²
 MATERIAL : Cemento , Piedra Chancada y Arena
 TIPO DE PROBETA : Cilíndrica de 6 X 12 pulgadas

MUESTRA	ESTRUCTURA	FECHA DE VACIADO	EDAD DE DIAS	FECHA DE ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm ²)
P - 1	LOSA 3er PAÑO	23-Jun	14	7-Jul	251.33

OBSERVACION : Las muestras fueron provistas por el solicitante



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO

ING. CIVIL - CIP 68428

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 LL. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Telf.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolivar N° 632 • Cel.: 985 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com

ANEXO 17

PLANOS DEL PISO DE CONCRETO ARMADO DE LA COMPAÑÍA DE BOMBEROS RÍMAC N° 21

