



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**RELACIÓN DE LA HUMEDAD PROVENIENTE DEL SUELO Y SUS
EFECTOS EN LAS EDIFICACIONES DE
LA PROVINCIA DE ILO 2020**

**PRESENTADA POR
BACHILLER ANDRES CARLOS GUERRA ORTIZ**

ASESOR

Dr. JUAN LUIS CCAMAPAZA AGUILAR

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

MOQUEGUA-PERÚ

2023

CONTENIDO

	Pág.
Página de jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Contenido	v
CONTENIDO DE TABLAS	viii
CONTENIDO DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Definición del problema.....	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problema específico.....	4
1.3 Objetivo de la investigación.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4 Justificación.....	5
1.5 Alcances y Limitaciones	5
1.6 Variables.....	6

1.6.1. Operacionalización de variables.....	7
1.7 Hipótesis de la investigación.....	7
1.7.1. Hipótesis general.	7
1.7.2. Hipótesis derivada.	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación.....	9
2.1.1. Antecedentes Internacionales.	9
2.1.2. Antecedentes Nacionales.	13
2.2 Bases teóricas.....	17
2.3 Marco conceptual.....	19
2.4 Definición de términos.....	22

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1 Tipo de investigación.....	26
3.2 Diseño de investigación.....	28
3.3 Población y muestra.....	29
3.3.1. Población de estudio.	29
3.3.2. Muestra de estudio.....	31
3.4 Descripción de instrumentos para recolección de datos.....	46
3.4.1. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	47

3.5 Metodología del proceso constructivo	52
3.5.1. Principales causas de eflorescencia en muros.....	53
3.5.2. Uso de aditivos.....	54
3.5.3. Curado de Eflorescencias en viviendas que ya presentan esta patología.	56
3.5.4. Demolición y/o reemplazo de elementos dañados (Criptoflorescencia).	58

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación de Resultados	59
4.1.1. Resultado de Análisis Químico.....	59
4.1.2. Resultado de análisis físico de resistencia del concreto.	60
4.1.3. Prueba de permeabilidad con Sika 1.	60
4.2 Contrastación de Hipótesis.....	63
4.2.1. Contrastación de hipótesis general.	63
4.2.2. Contrastación de hipótesis derivada 1(H_0).....	64
4.2.3. Contrastación de hipótesis derivada 2(H_1).....	64
4.3 Discusión de resultados.....	64

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	70
5.2 Recomendaciones.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS.....	78
MATRIZ DE COSISTENCIA.....	79
INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de Operacionalización de variables.....	7
Tabla 2 Población y muestra (censo 2017)	46
Tabla 3 Representación y codificación de muestras	48
Tabla 4 Evaluación de daño por patología y zona de ubicación	48
Tabla 5 Nivel de Eflorescencia antigued del C° con relación a la muestra	48
Tabla 6 Muestras de material en proceso constructivo zona de investigación.....	49
Tabla 7 Resistencia del Concreto por Elemento Estructural.....	52
Tabla 8 Resultado de análisis químico emitido por INIA-Puno	59
Tabla 9 Prueba de resistencia del C° en elementos estructurales afectados	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ascensión de agua en tubo capilar	21
Figura 2 Equilibrio hídrico.....	21
Figura 3 Humedad por capilaridad.....	22
Figura 4 Representación gráfica de población de estudio.....	30
Figura 5 Ubicación geográfica Urb. Ilo C-8	33
Figura 6 Eflorescencia en fachada	33
Figura 7 Humedad en muro lateral derecho Urb. Ilo C-8	33
Figura 8 Eflorescencia en muros internos.....	34
Figura 9 Criptoflorescencias en muros internos y radieres.....	34
Figura 10 Humedad de suelos.....	34
Figura 11 Humedad accidental	35
Figura 12 Humedad en muros internos	35
Figura 13 Ubicación Geográfica vivienda san pedro V-18.....	37
Figura 14 Eflorescencia en losa ligera y parapeto	37
Figura 15 Criptoflorescencias en muros y radieres de primer nivel	38
Figura 16 Eflorescencia proveniente del suelo, asciende por capilaridad	38
Figura 17 Deficientes instalaciones de agua.....	39
Figura 18 Humedad en muros y losa maciza de tercer nivel	39
Figura 19 Ubicación geográfica vivienda ENACE Mz. 16 -8	40
Figura 20 Eflorescencias en muros de segundo nivel.....	41
Figura 21 Criptoflorescencia en muro perimetral externo	41
Figura 22 Criptoflorescencias en muros y radieres externos	42
Figura 23 Criptoflorescencias en muro central externo	42

Figura 24 Ubicación geográfica Las gardenias U-27.....	43
Figura 25 Modulo básico programa ENACE año 97	44
Figura 26 Criptoflorescencias en radier y parte baja de muros.....	44
Figura 27 Criptoflorescencias en columnas y muros internos	45
Figura 28 Humedad de suelos en excavaciones.....	45
Figura 29 Diseño de Concreto f'c 210 kg/cm2 sin aditivo	61
Figura 30 Diseño de C° f'c 210 kg/cm2 con aditivo Sika1	61
Figura 31 Muro de mampostería con juntas sin aditivo impermeabilizante	62
Figura 32 Muro de mampostería con aditivo Sika 1, impermeable al 100%	62
Figura 33 Diagrama Referencial	63

RESUMEN

El trabajo de Investigación denominado Relación de la humedad proveniente del suelo y sus efectos en las edificaciones de la provincia de Ilo 2020, desarrollado en base a la problemática de la humedad proveniente del suelo y sus efectos (eflorescencia) en las edificaciones de concreto armado y albañilería confinada de la provincia de Ilo, que llevó a plantear un primer objetivo para determinar las causas y factores que producen esta patología, un segundo objetivo consistió en diseñar una metodología que va desde el inicio del proceso constructivo, utilizando aditivos para reducir y/o controlar el problema; se aplicó un método descriptivo correlacional basado en extracción de información de la muestra considerada, cuatro viviendas ubicadas en tres zonas (zona baja 05 msnm, zona intermedia 50msnm y Zona alta 100msnm) donde se presenta esta patología lo que permite una orientación adecuada que complemente la teoría del porque se suscita dicho problema, el tipo de investigación es cualitativo y se basa en el análisis plasmado en documentación de campo basado en sucesión de hechos que permite conocer la realidad de campo con participación activa, es no experimental y los datos recolectados se realizan en un único momento en el lugar de los hechos; permitiendo conocer y explicar la causa, naturaleza del problema y obtener un resultado que se puede comprobar, teniendo como conclusión que el conocimiento del origen que da lugar a la patología de la eflorescencia permite diseñar una nueva metodología desde el inicio del proceso constructivo y/o utilizando aditivos impermeabilizantes para reducir o controlar la eflorescencia.

Palabras clave: Eflorescencias, concreto armado, confinado

ABSTRACT

The research work called Relation of the humidity coming from the soil and its effects on the buildings of the province of Ilo 2020, that is developed based on the problem of moisture from the soil and its effects (efflorescence) in reinforced concrete and confined masonry buildings in the of Ilo, which leads us to propose a first objective to determine the causes and factors that produce this pathology and a second objective consisted of designing a methodology that goes from the beginning of the construction process, using additives to reduce and/or control the problem; applied descriptive method is applied based on the extraction of information from the sample considered, which were four houses located in three zones (low zone 05 masl, intermediate zone 50 masl, high zone 100 masl) where presents this pathology which allows an adequate orientation that complements the theory of why this problem arises, the type of research is qualitative since the researcher is based on the analysis embodied in field documentation based on a succession of events that allows to know the reality field with active participation, it is non-experimental and the data collected is carried out in a single moment in the place of the events; allowing to know and explain the cause, nature of the problem and obtain a result that can be verified; having as a conclusion that the knowledge of the origin that gives rise to the efflorescence pathology allows designing a new methodology from the beginning of the construction process and/or using waterproofing additives to reduce or control efflorescence.

Key words: Efflorescence, reinforced concrete, confined

INTRODUCCIÓN

La Humedad proveniente del suelo y sus efectos en las edificaciones de la Provincia de Ilo.

La Provincia de Ilo, una de las tres provincias de la Región Moquegua, se encuentra ubicada en la rivera del Océano Pacífico en la Latitud 17° por el Sur y 71° por el Oeste con un área de 523,44 Km², conformada por tres Distritos; Pacocha al Norte con ubicación aproximada de 5 m.s.n.m., El Algarrobal al Nor Este con una altura de 110 m.s.n.m. y Distrito de Ilo.

La ciudad de Ilo por su ubicación geográfica trae consigo una considerable migración interna que influye considerablemente en el desarrollo de programas de vivienda por parte del gobierno local, lo que a su vez impulsa a los habitantes a buscar una confortable vivencia coadyuvado por los programas del Gobierno central (Techo propio, mi vivienda), por lo que reflejó un considerable desarrollo desde el año 2012, en el ámbito de la autoconstrucción y es allí donde empieza nuestra preocupación al ver que este proceso auto constructivo se desarrolla de manera empírica muchas veces sin considerar una mínima asesoría técnica y/o aplicación de normas de edificación.

Ante este problema se puede apreciar que en diferentes viviendas de concreto armado y albañilería confinada, construidas con anterioridad (antigüedad aproximada de 40 años), así como edificaciones nuevas, presentan eflorescencia(salitre) en los pisos y muros, apreciable a simple vista que es como consecuencia de humedad proveniente del suelo y que afecta dicha estructura por un deficiente diseño de proyecto.

Este problema observado fue una motivación para elegir como tema de investigación los factores que influyen el desarrollo de esta patología en edificaciones de concreto armado y albañilería confinada de la ciudad de Ilo.

Teniendo ya identificado el problema se considera tres zonas (baja, intermedia y alta), y con motivo de realizar trabajos de albañilería coincidentes en la zona de estudio, se considera el estudio de una vivienda de la Urb. Ilo, una vivienda en el Sector San Pedro , una vivienda en Urbanización Luis E. Valcárcel y una vivienda en Urbanización las Gardenias, consideradas como muestra de estudio, debido a que dichas viviendas presentaban resaltante eflorescencias en diferentes elementos estructurales (radiers, muros, columnas y otros).

El presente estudio es de relevante importancia, primeramente, porque la presencia de dicha eflorescencia en las viviendas de concreto armado y albañilería confinada, muy aparte de afectar la seguridad y confortabilidad de la vivienda, afecta la salud de sus ocupantes.

Tiene relevancia científica debido a que va a permitir tomar conocimiento de las causas y factores que producen esa patología del concreto y la forma de contrarrestar, controlar y/o erradicarla, conocimiento que puede ser adquirido, aplicado y publicado a cualquier nivel.

El problema que genera la humedad proveniente del suelo en viviendas de concreto armado y albañilería confinada en la provincia de Ilo; daña los elementos estructurales, como radiers, muros, columnas, losas y todo aquel que este en contacto directo con esta humedad, cuando es proveniente del suelo; que es la más frecuente y considerable, asciende por capilaridad y se pronuncia a cierta distancia de los radiers en parte baja de muros o columnas como eflorescencia

(salitre) y va ascendiendo dependiendo del origen específico de la humedad, estas eflorescencias pueden ser de primer nivel que son eventuales e inevitables como consecuencia de la humedad que demanda el proceso constructivo; cuando la eflorescencia pasa a un nivel secundario si es necesario tomar consideraciones, ya que esto sucede cuando el concreto va tomando antigüedad y no se adoptaron las medidas y especificaciones técnicas en su diseño; Esta etapa es evitable con la adopción oportuna de medidas y especificaciones técnicas.

La presente investigación cuyo objetivo es establecer los factores y causas que producen esta patología (eflorescencia) en las viviendas de concreto armado y albañilería confinada construidas con anterioridad, así como nuevas edificaciones en la Provincia de Ilo; a la vez permitirá diseñar una nueva metodología desde el inicio del proceso constructivo y mediante el uso de aditivos se podrá conseguir una mayor resistencia del concreto ante la humedad, permitiendo reducir y/o controlar el problema de la eflorescencia.

Este conocimiento permite fortalecer o rechazar la hipótesis que la humedad proveniente del suelo, el uso de materiales intervinientes en el proceso constructivo, agua, agregados (grueso, finos y grava) influyen significativamente en el diseño de mezclas y consecuentemente favorecimiento de la patología en estudio; así como diseñar, aplicar técnicas y procedimientos que controlen y/o reduzcan significativamente el problema.

El contexto de la investigación se desarrolla en cinco capítulos; el capítulo uno comprende la descripción de la realidad del problema, definición concreta del problema con derivación de problemas específicos, y los objetivos de investigación, la justificación del porque considerar como tema e investigación el problema de la

patología de la eflorescencia (salitre), los alcances y limitaciones que se presentaron y que dieron lugar al planteamiento de una Hipótesis, como posible solución al presente problema de investigación; El capítulo dos comprende el Marco Teórico, que se orienta y fortalece con antecedentes similares a la investigación realizada, así como las bases teóricas, tratamiento e interpretación de términos utilizados; El capítulo tres comprende el método utilizado, de tipo cualitativo, descriptivo correlacional ya que se basa en una sucesión de hechos en el campo de trabajo los que se registran de manera participativa; El capítulo cuatro comprende, la presentación de los resultados de la presente investigación seguido de la contrastación de Hipótesis y evaluación de resultados; El capítulo cinco establece las conclusiones a las que se llegó en la presente investigación y las recomendaciones que ayudaran a conocer y adoptar medidas acerca de cómo tratar el problema de la humedad proveniente del suelo y consecuentes efectos en las edificaciones de concreto armado y albañilería confinada de la provincia de Ilo.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción de la realidad problemática

El Distrito de Ilo ubicado a una altura variable de 0 a 15 m.s.n.m. en la parte baja y Pampa Inalámbrica a una altura de 102 m.s.n.m., geográficamente se encuentra conformada en capas por roca sólida, asimismo el casco urbano existente, se desarrolló sobre un suelo de rocas que ascienden a la superficie alcanzando una altitud superior a los 100 m.s.n.m, complementada superficialmente por arenillas que en ciertas partes es el material que cubre la altura de las rocas, en capas que varían de grosor desde pocos centímetros hasta alturas de varios metros, tiene diversas propiedades, desde suelos resistentes en proceso de endurecimiento por las misma composición y endurecimiento por el mismo peso y presión del terreno, a terrenos sueltos por embates de la naturaleza o vientos que trasladan y se depositan a nivel superficial esta arenisca, aumentando con ello el espesor de dicha capa y en otros casos producen rellenos más consistentes. La reacción propia de las rocas plutónicas resistentes, conforman una base de terreno estable, contrario a ello en todo momento presentan salinidad compuestas principalmente por cloruros y sulfatos como consecuencia de filtración

de humedad, llegando a formar orificios que dan certeza de daños que se pueden analizar. (Instituto Geofísico UNSA, 2001).

En la ciudad de Ilo, el problema del salitre es muy común, y afecta considerablemente las viviendas de concreto armado y albañilería confinada, esto posiblemente se debería a los materiales utilizados en el proceso constructivo (arena, grava y agregados), tipo de suelo de la zona, humedad puntual (tuberías, jardines, áreas de donde discurre el agua por ser puntos ubicados a más altura), brisa marina, lluvias, aguas subterráneas, etc., debido a la ubicación geográfica de la zona, se convierte en un problema por humedad y consecuente eflorescencia del salitre en el concreto. (Instituto Geofísico UNSA, 2001).

En la presente investigación se evaluará el problema que presentan las viviendas de la Provincia de Ilo - Distrito de Ilo, por la humedad existente en el suelo y que asciende por medio de los elementos de concreto armado que están en contacto directo con el mismo, este hecho puede suscitarse en cualquier edificación de concreto armado; con la presente investigación se logrará establecer la influencia de la humedad, consecuencias, así como se estudiará posibles soluciones para contrarrestar la eflorescencia y los daños que produce en el concreto armado, asimismo permitirá adoptar las medidas más certeras para controlarla y/o evitarla.

En la mayoría de casos se ve el problema de eflorescencia del salitre cuando ya se presenta en la vivienda; cuando lo ideal es tratar o considerar este problema desde el principio y diseño del proyecto. (Broto, 2005).

La humedad proveniente del suelo daña las estructuras de concreto armado y albañilería ya que ambos materiales por su conformación, absorben fluidos a través de micro vacíos que quedan en el interior de los elementos constructivos.

Esta característica permite el ascenso del agua a través del terreno, cimientos, sobre cimientos o muros que quedan en contacto directo con suelos húmedos, causando severos problemas de habitabilidad en las edificaciones. (Araujo, 2010); en la zona de estudio no existen investigaciones, o estudios que refieran haber tratado con anterioridad este problema en la Provincia de Ilo, no hay datos estadísticos referenciales a las viviendas afectadas, cantidad de personas o familias perjudicadas.

Considerando este vacío de información referencial, se consideró una evaluación de viviendas en; Urbanización Ilo que es zona baja, UPIS Alto Ilo, zona intermedia, Urb. Luis E Valcárcel y Urb. Las Gardenias en Pampa Inalámbrica, zona alta, las que conforman el área de estudio; recopilando las evidencias necesarias para los análisis y ensayos de laboratorio pertinentes cuyos resultados nos permitan corroborar y establecer si la humedad proveniente del suelo, uso de materiales y agregados en el proceso constructivo afectan considerablemente las viviendas de la provincia de Ilo.

Otro origen posible se debe a la no consideración de asesoría técnica que guíe el proceso constructivo utilizando las medidas de precaución, así como soluciones que atenúen y/o eviten el problema; otra causa probable es la cultura de no contratar un profesional que guíe el proyecto desde su inicio, lo que trae como resultado considerable perjuicio en la apariencia y acabado de las viviendas, asimismo consecuente daño en la salud de las personas que la habitan.

1.2 Definición del problema

1.2.1. Problema general.

¿En qué medida se puede evaluar y determinar los factores y causas de la eflorescencia del salitre en el concreto, evitar y/o disminuir su aparición en viviendas de concreto armado y albañilería confinada, de edificaciones antiguas y nuevas en la provincia de Ilo?

1.2.2. Problema específico.

1.2.2.1 Problema específico 1.

¿Cuáles serían las causas y factores que producen la eflorescencia (salitre) en las viviendas de concreto armado y albañilería confinada, en la provincia de Ilo?

1.2.2.2 Problema específico 2.

¿Se podría diseñar una nueva metodología utilizando aditivos para reducir la eflorescencia (salitre) como patología en las viviendas de concreto armado y albañilería confinada en la provincia de Ilo?

1.3 Objetivo de la investigación

1.3.1. Objetivo general.

Establecer los factores y causas que producen la patología de eflorescencia en las viviendas de concreto armado y albañilería confinada, construidas con anterioridad, así como nuevas edificaciones en la provincia de Ilo.

1.3.2. Objetivos específicos.

1.3.2.1 Objetivo Específico 1.

Determinar las causas y factores que producen la eflorescencia en las edificaciones de concreto armado y albañilería confinada, en la provincia de Ilo.

1.3.2.2 Objetivo Específico 2.

Diseñar una nueva metodología desde el inicio del proceso constructivo y/o utilizando aditivos para reducir o controlar la patología de la eflorescencia en edificaciones de concreto armado y albañilería confinada de la provincia de Ilo.

1.4 Justificación

Es conveniente estudiar este tema, porque aporta conocimientos que permiten tratar el dilema de la humedad, ya que habitualmente no se toma en cuenta desde el inicio del proyecto de construir una vivienda o realizar edificación alguna sin considerar los parámetros de un correcto proceso constructivo, como es estudio de suelos, selección adecuada y evaluación de los materiales, cuya consecuencia es la presencia del problema (eflorescencia), lo cual menoscaba el bienestar del usuario y a que este perjuicio puede presentarse de forma inmediata o con el paso del tiempo, siendo probable que en una edificación inicialmente no presenta inconveniente alguno, y al cabo de un lapso de tiempo puede presentar daños considerables que alteren su apariencia y por ende una confortable vivencia.

1.5 Alcances y Limitaciones

Esta información beneficiará considerablemente a toda la población del distrito de Ilo, provincia de Ilo; permitiendo mejorar la calidad de sus viviendas, desde el proceso constructivo de viviendas nuevas y construcciones antiguas que ya presenten este problema.

Este proyecto de investigación argumenta la exigencia de conocer las causas influyentes para la aparición de eflorescencias en viviendas de concreto armado y albañilería confinada, consecuentemente a una evaluación y análisis nos permitirá plantear posibles soluciones para controlar y/o evitar su presencia (salitre) con una adecuada proyección desde el inicio proceso constructivo.

Las limitaciones que se pudo afrontar, es la poca importancia que le dan al problema de la eflorescencia en las edificaciones, la no consideración de adoptar asesoría y técnicas que permita un diseño y proyección adecuada para desarrollar un proceso constructivo; así como la falta de información o antecedentes que permitan tomar y/o fortalecer los conocimientos respecto a esta patología en la ciudad de Ilo, existe información de otros lugares, nacionales, internacionales, pero específicamente en Ilo no hay referencia alguna.

1.6 Variables

a) Variable Independiente. La Humedad proveniente del suelo y su influencia en la patología de eflorescencia (salitre), diseño de mezcla y otros factores:

- Arena – Grava - Agua

b) Variable Dependiente. Efectos que produce la humedad proveniente del suelo en las edificaciones, considerando que los materiales utilizados (agregados) propios de la provincia de Ilo por su ubicación geográfica a la rivera del mar, los suelos (agregados) contienen residuos de sal en rango considerable, que al permanecer en contacto con esta humedad se reactivan dando lugar a que se produzca la eflorescencia (salitre) en las edificaciones de concreto armado y albañilería confinada.

1.6.1. Operacionalización de variables.

Tabla 1

Tabla de Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE MEDICION	TIPO DE VARIABLE
Independiente Humedad proveniente del Suelo	Absorción de fluidos a través de vacíos de pequeño diámetro y quedan en el interior de elementos constructivos Curotto J (2008)	Viviendas de la Provincia de Ilo	Cualitativa Características o cualidades que no se pueden medir con números.	Observación Participación Evaluación Recopilación de datos	Ordinal Admite un orden
Dependiente Efectos en las edificaciones	Daña severamente las construcciones de albañilería y hormigón armado. Curotto J (2008)	Muros de mampostería Concreto armado	Lesiones Mecánicas Químicas grietas, degradación C ^o Eflorescencia	Diario de campo Evaluación Nivel de Seguridad -Leve -Moderado -Severo	Nominal No admite un orden se suscita indistintamente

Nota: La tabla permite definir las características y objeto del problema de estudio.

1.7 Hipótesis de la investigación

1.7.1. Hipótesis general.

Precisar factores y causas que producen la patología de eflorescencia; así como el uso de agua potable, agregados (grueso, fino, grava) influyen significativamente en el diseño de mezclas, en viviendas de concreto armado y albañilería confinada, construidas con anterioridad, así como nuevas edificaciones en el Distrito de Ilo; este conocimiento permitirá diseñar técnicas y procedimientos que controlen y/o reduzcan significativamente este problema.

1.7.2. Hipótesis derivada.

1.7.2.1 Hipótesis Derivada 1.

La calidad de agregados finos y gruesos, el uso inadecuado de estos materiales sean probablemente las causas en la producción de eflorescencia en viviendas de concreto armado y albañilería confinada en la ciudad de Ilo.

1.7.2.2 Hipótesis Derivada 2.

El uso de aditivos y materiales de construcción en concordancia con las técnicas y procedimiento de diseño de mezclas, permiten reducir significativamente la patología de eflorescencia en viviendas de concreto armado y albañilería confinada en la ciudad de Ilo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

En el desarrollo del presente proyecto de investigación se realizó la búsqueda de información que facilitara datos que cuantifiquen el número de viviendas afectadas por problemas de humedad proveniente del suelo en el Distrito de Ilo, siendo escasa y casi nula toda referencia ya que al parecer no se ha tratado con anterioridad el problema de la eflorescencia y posiblemente la población de Ilo se adaptó a vivir con este problema teniendo en consideración la ubicación geográfica cerca a la rivera del mar; esta carencia de información referencial fue lo que motivó con más ahínco, buscar referencias similares; considerando las siguientes:

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

a). Humedad Proveniente del Suelo en Edificaciones, Santiago de Chile-octubre 2008. (Fernández, 2008).

El objetivo general según el autor referido fueron desarrollar conocimientos que permita un hacer confortable las viviendas, tratando el problema de la

humedad en dichas edificaciones que normalmente se producen por ascenso utilizando como medio de desplazamiento los elementos estructurales que están en contacto directo con el suelo, o adoptar medidas que permitan controlarlo y proteger, o contrarrestar si es que ya se pronunció. Asimismo, hacer presente que estos problemas ocasionados por humedad provenientes del terreno afectan y se presentan considerablemente en edificaciones y solo se puede prevenir su expansión o pronunciamiento si se adoptan técnicas medidas necesarias al momento de iniciar un proceso constructivo. Los resultados: Se debe considerar un estudio del terreno a trabajar con el personal idóneo preferencialmente un profesional en mecánica de suelos y si denota exposición a inconvenientes por exceso de humedad del suelo, es necesario adoptar medidas de precaución que impida consecuencias posteriores. Es considerable adoptar estas precauciones ante la humedad desde el inicio del proceso constructivo ya que obviarlas y realizar refacciones cuando se presenta el problema generan mayor dificultad y consecuente perjuicio económico. Se concluye: Que las dificultades por causas de humedad procedente del terreno en las edificaciones subsisten y perjudican cuatro de cada diez viviendas en la provincia de Santiago. Lo que permite deducir que posiblemente no se tomaron las precauciones oportunamente ya que el tratamiento restablecedor no logra eliminar los problemas presentados como consecuencia de la humedad del suelo.

b) Evaluación y diagnóstico patológico de la Iglesia Santo Toribio de Mogrovejo de Cartagena de indias, Cartagena 2012. (Bustamante y Castillo, 2012).

Desarrolla la apreciación y análisis perjudicial para establecer y calificar el nivel de perjuicio que presentara la iglesia Santo Toribio de Mogrovejo de

Cartagena de Indias, a través de un control ocular exhaustivo de su armazón, con el fin de sugerir precauciones para restablecerla. Los efectos del análisis se dividen en 4 partes: La primera es una evaluación de partes y distribuciones (aire acondicionado) de la iglesia Santo Toribio de Mogrovejo. La segunda es la evaluación patológica del templo, allí se consideró datos específicos acopiados en el proceso investigativo. La tercera parte comprende evaluación y resultados consecuentes del estudio realizado. La cuarta y última parte contempla las acciones de erradicación y sugerencias específicas para cada uno de los problemas encontrados en la iglesia Santo Toribio de Mogrovejo. Las conclusiones: Son de solicitar este tipo de estudios por el alto grado de afectación de los materiales, promover su inmediata reparación, tal como se apreció en la literatura de apoyo. Se exige también en la exploración de la subestructura y la evaluación sísmica por construcciones aledañas al predio.

c) Patologías Constructivas en los Edificios Prevenciones y Soluciones -

Paraguay. (Florentín y Granada, 2009)

Tuvo como objetivo principal al presentar este trabajo: La formación consciente de la responsabilidad que se asume, como profesional constructor y arquitecto del patrimonio y bienestar de un grupo de personas cuya responsabilidad se refleja en el aporte al desarrollo aplicando técnicas opciones y soluciones propiamente ante la aparición de alguna patología en procesos constructivos. Cuyos efectos producidos por este problema mayormente es relacionado a la acción de la naturaleza en cuanto a sus climas en algunos casos caluroso y húmedos, mal planteamiento estructural, diseño que conlleva a errores en calculo estructural y fallas

que se generan por falta de coordinación, conocimiento y deficiencias en cuanto a mano de obra, desconocimientos de las propiedades de los materiales comprometidos en el proyecto de construcción o simplemente un conocimiento errado económicamente, conllevan a la no aplicación de técnicas adecuadas para permeabilizar adecuadamente la estructura de concreto sabiendo que tiene vida útil y requiere mantenimiento periódico que lo mantenga en buen estado de uso y conservación funcionamiento. Las conclusiones: evaluando las situaciones expuestas se puede afirmar que el 75% de las patologías constructivas surgen por la falla de la mano de obra, por el desconocimiento de las especificaciones técnicas de los materiales, o por no respetarlos, situaciones que se van relacionando unas con otras. Es imprescindible poner atención a las características y relación de los materiales entre sí, forma adecuada de utilizarlos, debiendo ser prioridad y consideración en todo momento los controles de calidad de la mano de obra.

d) Propiedades de los morteros reforzados con fibra que incorporan nano sílice. (Mahmoud, 2016).

La reparación y rehabilitación de elementos de hormigón deteriorados son motivo de gran preocupación en muchas instalaciones de infraestructura y siguen siendo una tarea desafiante. Se necesitan esfuerzos de investigación concertados para desarrollar materiales de reparación que sean sostenibles, duraderos y rentables. Los datos de investigación muestran que los morteros/hormigones reforzados con fibra tienen un rendimiento superior en términos de estabilidad de volumen y tenacidad. Además, se informó recientemente que las partículas de nano sílice pueden mejorar las propiedades mecánicas y de durabilidad de los

sistemas a base de cemento. Por lo tanto, ha habido un interés creciente en el uso de compuestos/morteros cementosos reforzados con fibra nano- modificados (NFRM) en aplicaciones de reparación y rehabilitación de estructuras de concreto. El estudio actual investiga varias propiedades mecánicas y de durabilidad del mortero nano modificado que contiene diferentes tipos de fibras (acero, basalto e híbridos (basalto y polipropileno)), en términos de resistencia a la compresión y a la flexión, tenacidad, contracción por secado, penetrabilidad y resistencia. a escala de escarcha salada. Los resultados destacan la eficacia general del NFRM debido a los efectos sinérgicos de la nano sílice y las fibras.

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

a) Determinación y Evaluación de las Patologías de Muro más Comunes en las Viviendas de Material Noble en la Ciudad de Sullana, año 2010.

(Sevilla, 2010)

El objetivo es determinar la cantidad y tipo de patología más comunes en los muros de las viviendas de material noble. Realizados los estudios referentes al tema se orientó en el conocimiento de los problemas que se presentan en los muros de concreto y albañilería confinada, como base para observar y evaluar como herramienta de partida precisa y sencilla acercándose a una apreciación rápida de cuáles son los elementos en una vivienda que mayormente resultan afectados por esta patología. Afirmando que las viviendas más afectadas son aquellas de tipo unifamiliar y autoconstruidas, asimismo en el campo de la investigación arroja este resultado con un nivel de seguridad aceptable, considerando dentro del universo de la investigación este tipo de viviendas. Lo que permitió tomar con referencia la ciudad de Sullana, y específicamente como caso representativo a la Urbanización

López Albújar I Etapa, esta urbanización, se inició con unos módulos muy pequeños, que constaban de una habitación y un baño, y que en los últimos 20 años han sido ampliados a lo largo y alto. Todas ellas fueron construidas de manera empírica, lo que ha implicado toda una serie de patologías en estas viviendas, especialmente las de muro. Concluyó: La mayor parte de las viviendas en Sullana tienen problemas en sus muros. La mayor parte de los habitantes tienen un nivel bajo de ingresos y no le dan mucha importancia o no pueden costear un mantenimiento efectivo para sus viviendas. La tasa de agrietamientos en las viviendas es muy alta y todo indica que el proceso de deterioro seguirá. No hay mucho que se pueda hacer por las viviendas ya construidas excepto obras de arte, las causas que los originaron no han desaparecido, y es muy caro o difícil que desaparezcan, salvo alguna que otra excepción. El tipo estructural de Albañilería Confinada tiene su sustento en la buena calidad de la albañilería y las bases, hallándose ambas características presentes de modo mediocre o malo en el proceso constructivo de las viviendas en esta ciudad.

b) Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto de los Elementos Estructurales de las Viviendas de Material Noble del Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, Enero – 2011. (Palomino, 2011)

El objetivo es el estudio y evaluación estructural de edificios de vivienda, con elementos de material noble edificados antes del análisis estructural de edificios y elementos de concreto armado existentes, proyectando métodos e instrumentos adecuados para una evaluación real que pueda describir el nivel del problema y que permita buscar la opción para su restablecimiento. Los resultados:

La mayor parte de patologías se denotan en el grupo de tabiquería y acabados según cuadro demostrativo del año 90 con un 15.8% comparado al año 2010 con un 15.3%, siendo resaltante la variación de la patología, con lo que se puede colegir que en este grupo se suscitan las mayores fallas patológicas respecto a los otros grupos estudiados. Es de considerar un porcentaje de roturas y desperfectos en cerraduras, puertas y picaportes de ventanas en 9.4% en el año 2010, referente al año 90 en un 8.1% por efecto de la humedad y falta de sistemas de discurrecimiento pluvial; este problema presentado comúnmente en los procesos constructivos irregulares, sin asesoramiento técnico. Se aprecia mejoría en cuanto a calidad de pavimentos, a pesar de que persisten las erosiones en los pisos falsos, a pesar de la evolución tecnológica, prosigue el envilecimiento y daños en las puertas y ventanas casi en la misma proporción que estudios anteriores. Se aprecia una considerable disminución de 3.8% a 3.3% de patologías en las instalaciones de agua, desagüe y sistemas sanitarios. Se concluye: Que las principales patologías se encuentran en el grupo de tabiques y terminaciones, según las apreciaciones expuestas con anterioridad, estableciendo que a este grupo se debe orientar mayor interés, que repercutirá en la disminución de fallas y riesgos, siendo necesario considerar asesoría especializada que permitirá mejores resultados, concordante con el avance tecnológico de Ingeniería.

c) Evaluación de las Patologías más Comunes en las Viviendas de Material Noble de la UPS Villa San Luis I y II Etapa de Nuevo Chimbote (Paz, 2013)

El objetivo es evaluar y establecer la secuencia y gravedad de las patologías encontradas en las edificaciones de concreto de la UPIS Villa San

Luis I y II etapa del Distrito de Nuevo Chimbote, poder conocer el estado estructural acorde al proceso constructivo desarrollado. Los resultados: La aparente humedad más resaltante que afecta la mayoría poblacional se debe al proceso de ascensión capilar, coadyuvante a ello el nivel freático presente en la zona y que conforma parte de la superficie. La condensación es otro problema de humedad de la zona en referencia y se pronuncia en un 47.5% de las viviendas evaluadas. Otro problema de humedad a considerar es la fuga de agua en instalaciones hidráulicas sanitarias y que afecta a un 17.5% de las viviendas observadas y que se pronuncian de manera resaltante cuando los usuarios ocupan en si sus viviendas. En conclusión, se determinó que el principal problema de humedad en las edificaciones del PPJJ de Miraflores Alto-Chimbote, se producen por ascensión capilar como consecuencia de un alto nivel freático.

d) Reparación de muros confinados en viviendas afectadas por la eflorescencia ante eventos sísmicos en la Av. Santa Isabel, El Agustino 2018 (Peña, 2018)

El objetivo es reparar los muros confinados de viviendas afectadas por la eflorescencia ante eventos sísmicos en la Av. Santa Isabel, El Agustino 2018; aplicando tres métodos de reparación como el método básico, el uso de aditivos y demolición de muro confinado. La investigación es no experimental y la muestra del proyecto de investigación es de 10 viviendas. Teniendo como conclusión que al aplicar los métodos establecidos en este proyecto de investigación se logró combatir la eflorescencia reforzando los muros confinados con estos métodos, así mismo se benefició a una comunidad que padecía hace muchos años con este problema. La

tesis se ha dividido en siete capítulos. El primer capítulo contiene la realidad problemática, los trabajos previos, teorías relacionadas al tema, justificación, objetivos, hipótesis. El segundo capítulo contiene el diseño de investigación, variable, población y muestra, técnicas e instrumentos. Finalmente se expone los resultados, conclusiones y recomendaciones, además se anexa el instrumento de recolección de datos, validez del instrumento y hojas técnicas de los aditivos aplicados.

2.2 Bases teóricas

La humedad proveniente del suelo, así como los materiales utilizados en el proceso constructivo (arena, grava, contiene una considerable salinidad), la calidad del agua, pudiéndose considerar también el cemento a pesar que este último cumple los estándares de control de calidad, predominan gran parte de un proyecto de construcción, su uso inadecuado aporta considerablemente en la eflorescencia del salitre. (Instituto Geofísico UNSA, 2001)

De esta apreciación se puede deducir que, en la Provincia de Ilo, teniendo en consideración su ubicación geográfica a la rivera del mar; los materiales utilizados (agregados) propios de la zona, así como los suelos, contiene residuos de sal en un rango considerable, lo que da lugar a que al momento de cohesionarse en el proceso constructivo se reactiva esta salinidad y consecuentemente se produce la eflorescencia del salitre en las edificaciones de concreto armado. Siendo los tabiques y acabados donde se puede apreciar esta patología, coadyuvante a ello es la falta de proyectos y obras de discurrimento de aguas, no descartando en menor porcentaje que otra causa influyente sea las

filtraciones en los muros por efecto de lluvias. Otro factor aportante vienen a ser las construcciones empíricas por falta de guía técnico-profesional, ya que una planificación adecuada reduce la presentación de la patología de salitre, acorde a los avances tecnológicos de la Ingeniería. (Palomino, 2011)

Se pueden considerar cuatro características del agua que resultan de interés en el estudio de humedades; **Primera característica** el agua cambia su estado con facilidad a temperaturas asequibles; **Segunda característica**, cuando cambia a estado sólido aumenta su volumen y disminuye su densidad, adoptando la capacidad de flotar sobre su propio estado líquido, comportándose como un material aislante. **Tercera característica**, debido a su condición polar y estructura química que tiene, se puede considerar al agua como disolvente universal. Y **la última** característica, es la tensión superficial propia; Mediante estos caracteres el agua es capaz de mojar o bañar superficie alguna y al variar su viscosidad puede disolver sales, transportarlas y depositarlas en cualquier otro lugar en condiciones totalmente opuestas incluso puede causar deterioro o destrucción de otros materiales ya sea por heladicidad o capacidad disolvente puede provocar lavado de cualquier material o superficie; dejándolo expuesto a la atmosfera y sus componentes reactivos pueden ocasionar reacciones químicas entre ellos y las partículas de material. Concretamente el agua en su estado físico puede penetrar cualquier superficie y deteriorar material o elemento constructivo por dentro (ejemplo; hormigón armado). La humanidad en su objetivo evolucionario tiende a mejorar el proceso de vida en todos los aspectos, resolviendo problemas recientes, así como los que se hayan producido en etapas anteriores. (Ortega, 1994)

La investigación tiene el objeto de formar conciencia de la responsabilidad que recae desde el diseño de un proyecto de construcción, la condición de vivienda de las personas se denota en la aplicación de técnicas y medidas de precaución y oportuna solución de estas patologías que se originan por diferentes factores, sin embargo es proliferante, el uso de procesos inadecuados, como el desconocimiento de especificaciones técnicas así como el uso de materiales de mala calidad, coadyuvante a ello factores climáticos. (Granada, 2009).

2.3 Marco conceptual

El termino Humedad difiere del latín Humiditas-atis, que es calidad de húmedo, que viene a ser agua que está inmersa en una masa, se vaporiza y combina con el aire; en nuestro campo de investigación se define como una marca o mancha que se pronuncia en la pared muro o tabique por presencia de agua; concretamente se define que humedad es un estado de agua como elemento de real importancia en todos los aspectos de vida humana y de toda forma de vida en el planeta, asimismo resulta irónico que siendo elemento esencial de vida y tras un recorrido a través de la historia, el ser humano viene realizando una constante lucha contra la acción del agua. La humedad relacionada a nuestro campo profesional es resultado de cualquier material, masa, volumen, que expuesto a la acción del agua en forma constante, disminuye su peculiaridad de duración y fortaleza; en consecuencia, el agua fue el componente a cuyo entorno se pronuncia la vida, y a la vez resulta para el hombre un impulso para adoptar maneras de protegerse de ella y al percatarse que no podía privarse del agua, logra adaptarla a su vivencia logrando imponerse con la aplicación de la inteligencia.

La humedad del suelo al entrar en contacto con el concreto lo invade y asciende por capilaridad (presión aparente) por medio de los vacíos capilares (microporos) que quedan en el interior del concreto.

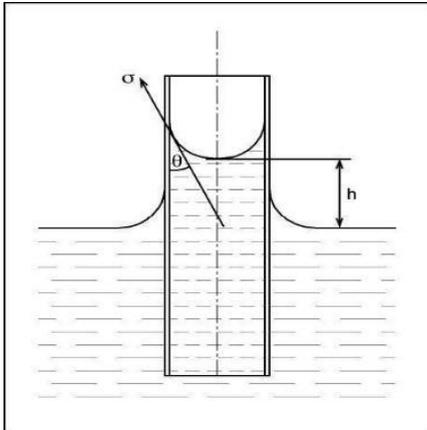
2.3.1. Referencia de cómo se suscita este proceso.

La tensión suscitada en la superficie de los líquidos, cuando entran en contacto con otro líquido o con un sólido, dependen básicamente de las fuerzas de cohesión y adhesión. Dichas fuerzas no son considerables aparentemente en muchos cuestionamientos de Ingeniería, pero en el presente estudio tiene mucha relevancia (Márquez, 2018).

Acorde a normas de gravedad se esperaría que un líquido en inactividad dentro de un tubo de ensayo presente una línea horizontal. Esto no ocurre si es que el tubo es de diámetro suficientemente pequeño (capilar) ya que el nivel del fluido aumenta en las zonas de contacto con el sólido si las fuerzas de adhesión superan a las de cohesión o disminuye en caso contrario. Un ejemplo comparativo tenemos el comportamiento del agua y mercurio, al sumergir un tubo capilar en ellos, el fluido forma un menisco en la parte superior del tubo. En el mercurio se obtiene un menisco cóncavo (mercurio) o uno convexo (agua). El ángulo que forma la tangente al menisco con la pared del capilar se conoce como θ ángulo de contacto y varía para cada fluido. Cuando la fuerza de cohesión supera la de adhesión se interpreta $\theta < 90^\circ$ y por el contrario en los que las fuerzas de adhesión superan a las de cohesión se cumple $\theta > 90^\circ$. (Márquez, 2018). ver figura 1.

Figura 1

Ascensión de agua en tubo capilar



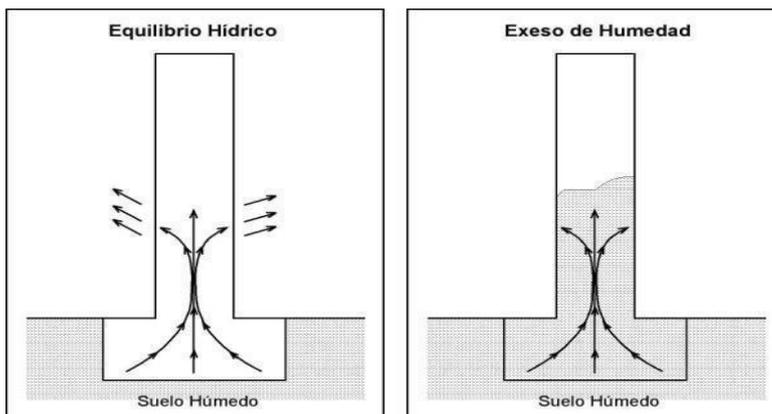
Nota: Equilibrio de fuerzas por peso del líquido - Manual antihumedad Sherwin Williams.
Fuente: Márquez (2018)

2.3.2. Características de la humedad proveniente del suelo.

El equilibrio hídrico de un muro se cumple si ingresa por su base la cantidad de agua que sale (evapora) por sus caras. (Márquez, 2018) fig.2

Figura 2

Equilibrio hídrico



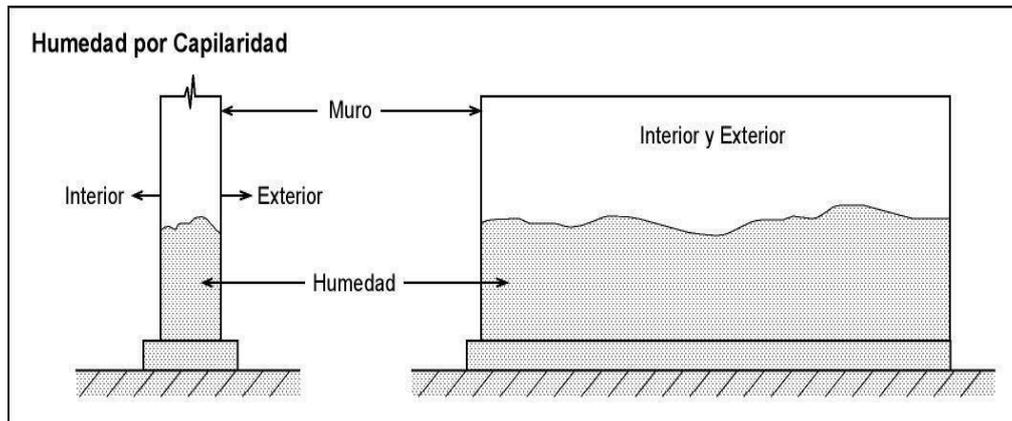
Nota: Manual antihumedad Sherwin Williams. Fuente: Márquez (2018)

A menor espesor de los capilares del muro, mayor será la ascensión del agua a través de él, hasta 2.5m altura, estos ascensos de agua son relativamente constantes en sentido horizontal del elemento, afecta principalmente a muros

de sótanos y primeros pisos por estar en contacto directo con el suelo húmedo lo cual facilita el traspaso de agua. (Márquez, 2018) ver fig.3

Figura 3

Humedad por capilaridad



Nota: Manual antihumedad Sherwin Williams. Fuente: Márquez (2018)

2.4 Definición de términos

a) Adhesión

Propiedad de la materia por la cual se unen o plasman dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto y se mantienen juntas por fuerzas intermoleculares.

b) Apozamiento

Concentración de agua o líquido

c) Capilaridad

Superficie libre de un líquido que tiende a subir o bajar al contacto con un sólido, este hecho se produce en un tubo de diámetro pequeño llamado capilar.

d) Cohesión

Fuerza de atracción entre partículas adyacentes dentro de un mismo cuerpo.

e) Densidad

Llamada también densidad de masa y se expresa en Kg/m³ su valor se determina dividiendo masa de la sustancia entre el volumen que ocupa.

f) Eflorescencias

Marcas o manchas blanquecinas de forma irregular que se pronuncian en superficies que han sufrido humedad, la superficie luego de secarse por evaporación del agua queda la cristalización de sales solubles que forma parte del agua.

- Eflorescencia primaria, es inevitable y eventual propia del proceso constructivo recién terminado, desaparece al mes aprox.
- Eflorescencia secundaria se presenta en construcciones con más de un año de antigüedad por deficientes condiciones estructurales (alta porosidad, terrenos húmedos, defectos constructivos)
- Criptoflorescencias se genera por humedad proveniente del suelo por medio de muros bajos que están en contacto con el mismo; produce desprendimiento total o parcial de pintura y enchapes, degradación de ladrillos y morteros.

g) Etringita

Es un mineral que se forma en el sistema de Cemento portland hidratado como consecuencia de la reacción del aluminato de calcio (cemento aluminoso hidráulico como consecuencia de cocción hasta fusión de mezcla compuesta 30%), con el sulfato de calcio (yeso, solución sostenible y sustentable al medio ambiente mejora la estructura del suelo)

En nivel primario se consume por completo para dar inicio a una nueva reacción denominada mono sulfato.

En nivel secundario es un problema que afecta la durabilidad y resistencia del concreto debido a su expansión en el interior de la matriz.

h) Humedad absoluta.

Es la cantidad de vapor de agua por unidad de volumen de aire en el ambiente (medida en $[\text{gr}/\text{m}^3]$).

Una humedad relativa necesaria para mantener el confort de una habitación debe fluctuar entre un 40% y un 60%.

i) Humedad de condensación.

Esta humedad se presenta cuando el agua sostenida en el aire en estado de vaporización se filtra y acumula en los elementos más vulnerables de una vivienda.

j) Humedad de construcción.

Humedad presente en todo proceso constructivo y que tiene como base el agua, se presenta en el concreto armado y albañilería confinada.

k) Humedad de lluvia

La lluvia como fenómeno climático que se da en los meses de mayor frío durante el año. El contacto de la lluvia sobre los muros de una edificación. Se produce mediante diversos factores que no se consideran en su mayoría al momento de desarrollar un proyecto de construcción de viviendas, ya sea, la intensidad, ángulo de lluvia, sentido del viento.

l) Hidrófugo de construcción

Mortero impermeable para albañilería, mezcla antihumedad (con aditivo hidrófugo), mortero moderno utilizado para impedir la humedad en las viviendas.

m) Mampostería

Sistema tradicional de construcción, consistente en levantar muros de albañilería, mediante la colocación manual de los elementos o materiales que lo componen.

n) Nivel Freático

Capa de agua acumulada en el subsuelo sobre una capa impermeable.

o) Radier

Losa de concreto con porción baja de cemento (falso piso).

p) Revoque

Sirve para corregir imperfecciones en la pared (enlucir las paredes) Lo que comúnmente se conoce como tarrajeo.

q) Tensión Superficial

Fuerzas de adhesión y cohesión que dan origen al fenómeno de capilaridad.

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1 Tipo de investigación.

Existen diferentes tipos de investigación para la elaboración de una Tesis, que se definen por el tema que se va a desarrollar y los objetivos que se persigue, siendo para nuestro caso, de establecer los factores y causas que producen la patología de eflorescencias en viviendas de concreto armado y albañilería confinada, construidas con anterioridad así como nuevas edificaciones en la provincia de Ilo; este hecho nos permite conocer, comprobar o descartar hipótesis con parámetros sostenibles en el tiempo con objetivos claros, garantizando que las contribuciones que puedan aportar al resultado de la presente investigación sean comprobados y replicados.

El tipo de investigación es **aplicada tecnológica**, conocida también como constructiva y utilitaria, ya que aportara conocimientos que se puedan poner en práctica en el sector de la construcción con impacto positivo.

De enfoque **cualitativo** ya que el hecho se produce sin la participación del investigador, sin manipulación de variables, se evalúa el problema, se acopia datos utilizando técnicas orientadas a resolver i/o atenuar el problema del entorno de estudio, con resultado no estadístico;

El presente estudio está enmarcado en la investigación aplicada, con nivel de Investigación descriptivo y luego explicativo, ya que permite relacionar las variables, permitiendo conocer y poder explicar la causa, naturaleza del problema y obtener un resultado que se puede comprobar.

El presente proyecto se basa en sucesión de hechos que permiten recopilar una serie de datos sobre los conceptos y variables consideradas.

El ámbito de estudio en la presente investigación comprende el Distrito de Ilo, con una superficie de 295.6 K², limita al Sur con la provincia de Jorge Basadre-Tacna, al Norte con el Distrito de Pacocha, al Este con el Distrito de El Algarrobal, al Oeste con el Océano Pacífico, alberga el 40% de la población total de Ilo (Censo 2017), área geográfica de la provincia más antigua y que alberga la mayor parte de viviendas y habitantes y donde, aproximadamente el 60% de las viviendas presenta problemas en elementos estructurales, por humedad proveniente del suelo y consecuente eflorescencia.

Es **participativa**, lo que permite interactuar y conocer la realidad en el campo, con participación activa en el entorno de estudio; recojo y proceso de datos en el preciso momento que se suscitan, esta concurrencia de hechos permite seguir una secuencia mediante la observación del fenómeno, lo cual orienta a la formulación de una hipótesis que pueda explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones elementales, verificación, comprobación, o negación de enunciados, colegir y compararlos con la experiencia de campo.

3.2 Diseño de investigación

En la investigación el planteamiento del problema, los alcances, formulación de hipótesis y objetivos, determinan el diseño adecuado para desarrollar el estudio, teniendo el investigador la posibilidad de utilizar más de un diseño.

En el presente trabajo de investigación, documental y de campo, de diseño **no experimental** y **enfoque cualitativo** transversal, se basa en conceptos, variables y hechos suscitados con anterioridad sin la intervención del investigador. Se adopta una exploración inicial IN SITU, sin medición numérica en el lugar de los hechos, se extrae información de viviendas intervenidas y afectadas con la patología de eflorescencias(salitre) a la fecha de investigación; se desprende y plantea una investigación descriptiva, al tener identificado el problema, procesando los datos recogidos desde una primera aproximación.

El objetivo de la presente investigación es establecer los factores y causas que producen la patología de la eflorescencia en las viviendas de concreto armado y albañilería confinada construidas con anterioridad, así como nuevas edificaciones de la Provincia de Ilo, conocimiento que permitirá diseñar una nueva metodología desde el inicio del proceso constructivo, utilizando aditivos para reducir y/o controlar el problema que motiva la presente investigación.

En el mercado nacional existen una variedad de aditivos para contrarrestar y controlar esta patología de eflorescencias en edificaciones de concreto armado y albañilería confinada lo que permite definir que según el comité ACI C116(s.f.) es un material que se muele junto al cemento hidráulico o se mezcla con el mismo, ya sea como aditivo de procesamiento, manipuleo o aditivo funcional que modifica

propiedades del producto; asimismo según Neville(2013) en su Libro Tecnología del Concreto; cemento es un material con propiedades tanto adhesivas como cohesivas, las que le dan capacidad de aglutinar fragmentos minerales para formar un todo compacto y forma parte importante en la elaboración del concreto ya que constituye del 5% al 15% del volumen total y tiene como característica resaltante de fraguado y endurecido bajo la presencia de agua.

3.3 Población y muestra

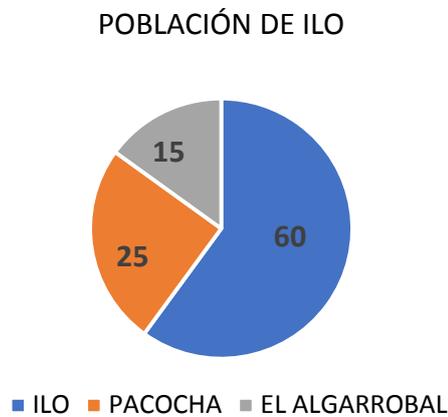
Según Borja (2012) se considera población o universo al grupo de elementos o sujetos que serán el motivo de estudio.

3.3.1. Población de estudio.

La población de estudio estará constituida por las viviendas de concreto armado y albañilería confinada del Distrito de Ilo, las que presentan problemas de humedad, donde predomina la humedad proveniente del suelo; propio por la ubicación geográfica, otro factor es el discurrimiento de agua por el subsuelo, de zonas más altas, esta humedad luego del proceso constructivo llega a reactivarse y en un tiempo considerable asciende por capilaridad y malogra estéticamente los elementos estructurales que conforman la vivienda (radiers, muros, revoques) y se pronuncian mediante aparición de eflorescencias (salitre).

Figura 4

Representación gráfica de población de estudio



Nota: La población de estudio, presenta tres zonas definidas, las cuales se describen según se detalla:

a) Zona baja. - Con una variación de 0 a 1.5 metros sobre el nivel del mar donde se ubican; La Urbanización Villa del Mar, Urbanización Garibaldi, Urbanización Ilo, Barrio Episa, Urbanización Aduaneros, cercado y/o puerto Urbanización Marítimos, Urbanización Costa Azul; esta zona presenta un terreno mixto (limo, tierra arcillosa, caliche, roca venosa, roca viva).

b) Zona Intermedia. - Ubicada en un plano inclinado que se extiende por una franja que empieza por la zona sur y se prolonga hasta el límite del valle de Ilo a una altitud variable de 15 a 50 metros sobre el nivel del mar, donde se ubican los sectores de Miramar, Los Olivos, Jhon F. Kennedy, Alto Ilo, San Pedro, Urbanización Cesar Vallejo, 1ero. de Mayo, Urbanización Enapu y Bello Horizonte, comprende un terreno mixto conformado por limo, caliche y roca venosa.

c) **Zona Alta.** - Una planicie ubicada por encima de los 100 metros sobre el nivel del mar conformado por los sectores de vivienda Urbanización Luis E. Valcárcel, UPIS José Olaya, Barrio Porteño, Hábitat, Urbanización Daniel Alcides Carrión, Urb. Magisterio, Edificios de Enace, Nuevo Ilo, La Victoria, Urbanización Las Gardenias, Integración Latinoamericana, Siglo XXI, Tren al Sur, 24 de octubre, Villa Progreso, Brisas V, Los Ángeles y los nuevos asentamientos Humanos y proyectos de vivienda desarrollados por la Municipalidad Provincial de Ilo; los suelos se encuentran conformados por tierra fina arcillosa y en forma predominante el caliche(bloques de sal degradada, fusionada).

3.3.2. Muestra de estudio.

La parte representativa de estudio se selecciona luego de una evaluación participativa; Teniendo en consideración ciertos aspectos relacionados al tema de estudio se consideró cuatro viviendas de concreto armado y albañilería confinada, en el área geográfica del Distrito de Ilo; una vivienda en Urb. Ilo que es zona baja, una vivienda en Alto Ilo Sector San Pedro, que es zona intermedia, una vivienda en Urb. ENACE y una vivienda en Urb. Las Gardenias en Pampa Inalámbrica que corresponde a la zona alta; z o n a s de vivienda donde se aprecia incidencia de la patología estudiada, concordante con apreciación obtenida durante el desarrollo de obras de construcción civil realizadas oportunamente, donde la eflorescencia (salitre), resaltaba considerablemente en los diferentes elementos estructurales; siendo este hecho una motivación para considerarlo como tema de Investigación y que se refiere según detalle:

Unidad de Análisis 1.- Vivienda conformada de concreto armado y albañilería confinada con una antigüedad aproximada de 55 años ubicada en la Urbanización Ilo C-8, de Area Total de 160 m² (ocho ml. de fachada por 20ml. de profundidad), un área construida de 130m², pertenece a la zona baja a 1.5 m.s.n.m, aproximadamente, tomando como referencia la rivera del mar por el malecón costero altura de los edificios Bahía, distante al Híper Centro Comercial Plaza Vea, por su ubicación a comparación de otras zonas de vivienda aledañas los suelos presentan considerable humedad que discurre de las zonas más elevadas(Jhon F. Kennedy, Alto Ilo, Miramar), parques, jardines y otros, donde se aprecia que gran parte de las viviendas presentan esta patología en radieres, muros y elementos estructurales; Se considera la evaluación de los daños en la estructura de la vivienda precitada debido a que el suscrito formo parte del equipo de trabajo en el Rediseño de dicha vivienda, destinada para vivencia unifamiliar y con la intervención se modificó la parte lateral derecha donde se edificó un mini departamento conformado de tres ambientes (ambiente múltiple, comedor cocina, servicios higiénicos y un dormitorio), contiguo a ello una habitación con baño personal, con acceso directo a la calle cada uno, con todos los servicios que la hacen confortable.

Durante los Trabajos de remodelación que tuvieron una duración de quince dias calendarios, se pudo evaluar y establecer que el 50% de toda la edificación presenta considerable humedad en el suelo al realizar la demolición y excavaciones para rediseño de instalaciones sanitarias, por otra parte, se aprecia considerable eflorescencia y criptoflorescencias en los muros, consecuente y aparente humedad proveniente del suelo; asimismo no existe documento alguno que sustente un adecuado proceso constructivo.

Figura 5

Ubicación geográfica Urb. Ilo C-8



Nota: Google Maps Plano Catastral Ilo. Fuente: Google (2018)

Figura 6

Eflorescencia en fachada de Urb. Ilo C-8



Nota: Humedad en Sobre Cimientos, consecuente por discurrimiento.

Figura 7

Humedad en muros Urb. Ilo C-8

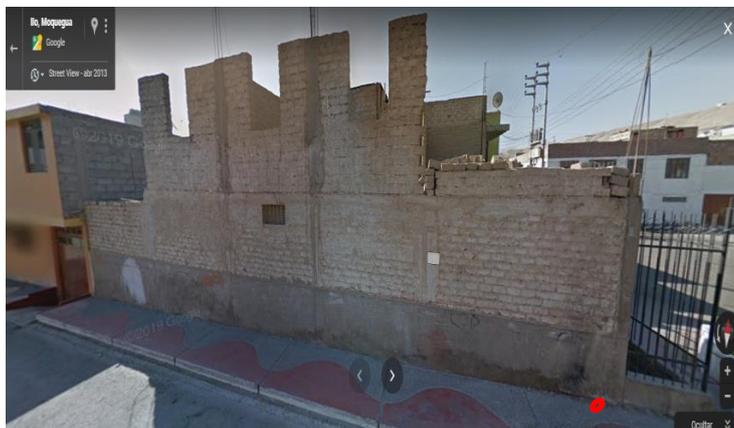


Figura 8

Eflorescencias y Criptoflorescencias en muros internos



Figura 9

Criptoflorescencias en muros internos y radieres



Figura 10

Humedad de suelos



Figura 11

Humedad accidental



Nota : Deficientes instalaciones sanitarias y empalme a red troncal deficiente.

Figura 12

Humedad en muros internos

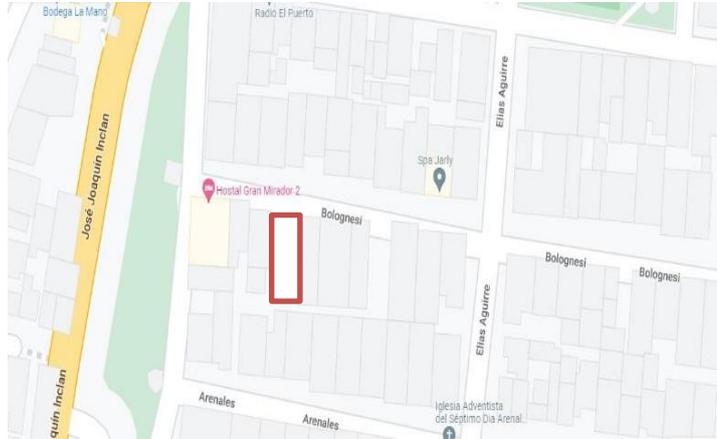


Nota: Humedad que invade y daña más del 50% del muro.

Unidad de Análisis 2 : Ubicada en Alto Ilo San Pedro V-18, de concreto armado y albañilería confinada con una antigüedad aproximada de 45 años con Área Total de 160 m² (ocho ml de fachada por 20ml de profundidad), área construida 140m², pertenece a la zona intermedia con altitud de 15 a 50 m.s.n.m, por su ubicación a en plano inclinado los suelos presentan considerable humedad que discurre de las zonas más elevadas, (Alto Ilo, Cesar Vallejo, Pampa Inalámbrica), parques, jardines y otros, la vivienda presenta esta patología en radières, muros y elementos estructurales; Se considera la evaluación de los daños en la referida vivienda debido a que el suscrito formo parte del Rediseño y refacción de instalaciones sanitarias (agua y desagüe) que tuvo una duración de diez días calendarios, dicha vivienda destinada para vivencia unifamiliar donde el 30%, presenta daños por eflorescencia, debido a que la construcción fue realizada por partes y en diferentes tiempos, tuvo adecuaciones posteriores no consideradas en diseño inicial; de igual forma se adecuaron las instalaciones sanitarias realizadas de manera empírica sin considerar especificaciones técnicas, no cuentan con el porcentaje de caída de desagües así como instalaciones de agua deficientes(fugas por colapso de accesorios), coadyuvante a ello la humedad proveniente del suelo serían las causas de la patología de eflorescencias en muros y radières de esta vivienda, que por la antigüedad de edificación, no cuenta con documentación referencial que sustente haber observado un proceso constructivo adecuado.

Figura 13

Ubicación Geográfica vivienda san pedro V-18



Nota : Google Maps Plano Catastral Ilo. Fuente : Google (2018)

Figura 14

Eflorescencia en losa ligera y parapeto



Nota : Presencia de patología, Humedad por Lluvias o Apozamiento de Agua en Losa Ligera

Figura 15

Criptoflorescencias en muros y radieres de primer nivel



Nota : Criptoflorescencias en radier (alta porosidad) humedad proveniente de suelos, deficiencia constructiva (considerable daño a la estructura).

Figura 16

Eflorescencia proveniente del suelo, asciende por capilaridad



Nota : Radier saturado de humedad y consecuente humedad en los muros.

Figura 17

Deficientes instalaciones (agua y desagüe)



Figura 18

Humedad en muros y losa maciza de tercer nivel

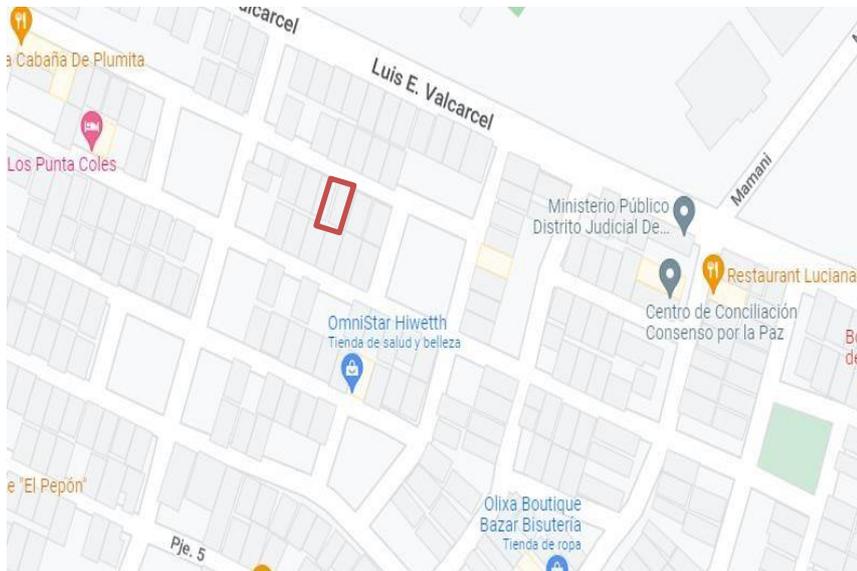


Nota: Humedad y Eflorescencia por deficientes instalaciones de agua y/o colapso de accesorios.

Unidad de Análisis 3 : En Urbanización Luis E. Valcárcel Mz. 16-8 Pampa Inalámbrica, vivienda de concreto armado y albañilería confinada, de dos niveles de una antigüedad de edificación de 20 años aproximadamente, con área total de 120 m² (ocho metros lineales de fachada por 15 metros lineales de profundidad), área construida de 92 m² a una altura de 98 m.s.n.m, donde se aprecia considerable eflorescencia (salitre) en muros y radiéres en 15% aproximadamente; se pudo evaluar los daños en la presente vivienda debido haber participado, en rediseño y edificación de un departamento en tercer nivel con material liviano mixto(concreto armado en columnas y pórticos, Drywall en Tabiquería y casetón en losa ligera) trabajo desarrollado en 30 días calendarios.

Figura 19

Ubicación geográfica vivienda ENACE Mz. 16 -8



Nota : Google Maps Plano Catastral Ilo. Fuente: Google (2018)

Figura 20

Eflorescencias en muros de segundo nivel



Nota : Eflorescencia por Humedad de lluvias y Accidental

Figura 21

Criptoflorescencia en muro perimetral externo



Nota : Humedad proveniente del Suelo, factor coadyuvante, Relleno de vivienda contigua.

Figura 22

Criptoflorescencias en muros y radierees externos



Nota : Humedad proveniente del suelo y deficiente diseño de concreto(Eflorescencia secundaria)

Figura 23

Criptoflorescencias en muro central externo

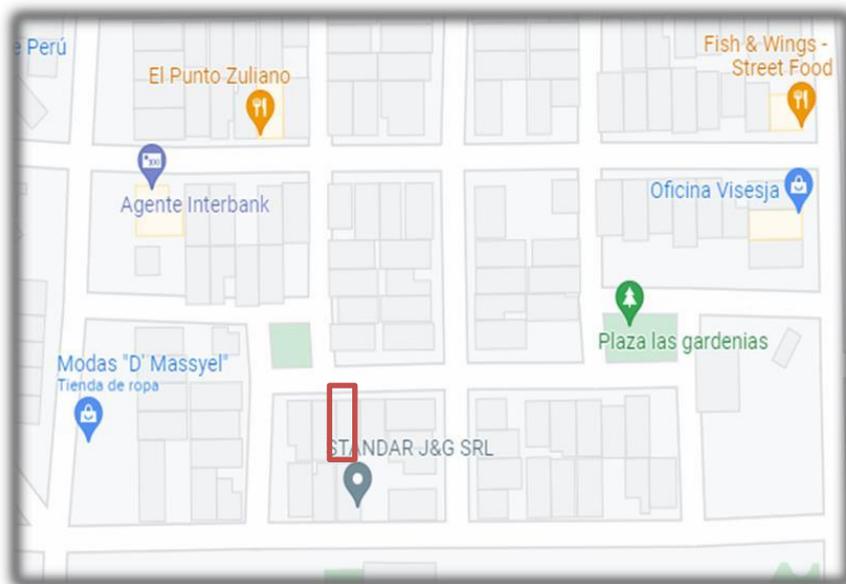


Nota : Humedad proveniente del suelo, desprendimiento de revoque y pintura.

Unidad de Análisis 4 : Urbanización Las Gardenias U-27 Pampa Inalámbrica. vivienda de concreto armado y albañilería confinada de un nivel, modulo básico de vivienda (proyecto ENACE) de 25 años de antigüedad aproximada, ubicada en Pampa Inalámbrica sobre los 100 m.s.n.m., terreno que cuenta con área total de 160 m² (ocho metros lineales de fachada por 20 metros lineales de profundidad), con área construida de 76 m²; el 30% aproximadamente presenta daños por humedad, donde se realiza la presente evaluación por efectuarse trabajos de remodelación de vivienda, rediseño de elementos estructurales de soporte para estructura de dos niveles, efectuándose los trabajos en 3 semanas, donde se aprecia que los muros y radiers presentan considerable eflorescencia (salitre) por humedad proveniente del suelo así como deficiente diseño de estructura.

Figura 24

Ubicación geográfica Las gardenias U-27



Nota: Google Maps Plano Catastral de Ilo. Fuente : Google (2018)

Figura 25

Modulo básico programa ENACE año 97



Nota: Vivienda de Concreto Armado, 25 años de antigüedad aproximadamente.

Figura 26

Criptoflorescencias en radier y parte baja de muros



Nota : Humedad proveniente del suelo

Figura 27

Criptoflorescencias en columnas y muros internos



Nota: Deficiente proceso constructivo(criptoflorescencias)

Figura 28

Humedad de suelos en excavaciones



Nota : Evaluación de Suelos, considerable Humedad

Tabla 2*Población y muestra (censo 2017)*

Distrito	Población	Distancia RM	HMSNM	%
Ilo (muestra)	57,746	0-500	0-15-102	60
Pacocha	4,986	0-200	15	25
El Algarrobal	4,305	1,500	11	15
Total	67.037			100

Nota : Google Censo Ilo. Fuente: Google (2017)

3.4 Descripción de instrumentos para recolección de datos

Análisis y recopilación de documentos: Análisis de Libros, textos especializados, normas técnicas, revistas, trabajos de investigación relacionados con el tema de Humedad proveniente del suelo y consecuente eflorescencia,

Observación: Participante en cada una de las viviendas intervenidas, la utilización de un diario de campo, elaboración de fichas registro de daños, fotografías y otros para evidenciar los hechos, antes y después de la intervención.

Procesamiento de datos: La recolección de datos en cada unidad de análisis, permitió la evaluación y sustento de la presente investigación, fue de forma directa de cada una de las cuatro unidades de análisis, mediante trabajo directo de Campo, partes afectadas, conceptos, variables, contextos, fenómenos y reportes que arrojaron datos descriptivos, que se plasman en un formato como instrumento de observación participante, que es “El Diario de Campo”, donde se registran los sucesos.

Se consideró el diseño de una ficha Técnica donde se registró de manera específica toda la información y estado que se encontró cada muestra antes de ser restaurada, el procedimiento seguido y el resultado obtenido.

La recopilación de muestras y evidencias necesarias se recogieron de manera física en el lugar de estudio mediante la técnica de muestreo (suelos, arena, grava y agua, del proceso constructivo), fueron sometidos a ensayos de Laboratorio cuyos resultados que son de tipo estadístico Inferencial, permite deducir y sacar conclusiones en base al conjunto de datos adquiridos y que sirven de respaldo a los objetivos.

Se consideró el apoyo de instrumento auxiliar de observación que permitió perennizar los hechos con una pre y post intervención; consistente en un celular de Alta Gama POCO X3 con cámara de alta resolución.

3.4.1. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Se utiliza la Técnica Analítica por ser la más efectiva para el procesamiento de datos en la presente investigación, teniendo en consideración que existen distintos métodos normados para la medición de la humedad contenida en los materiales utilizados en la construcción que mayormente se desarrollan en laboratorios.

Lo más importante es determinar la humedad proveniente del suelo o algún otro tipo de humedad que afecte directa o indirectamente los muros o radieres de una vivienda ya construida; verificar si se encuentran dentro de los límites aceptables que garantice una vivienda confortable.

Para mejor interpretación de resultados se diseñan tablas que faciliten el objetivo. Ver Tabla 3.

Tabla 3*Representación y codificación de muestras*

Muestra	Codificación	%
Vivienda Urb. Ilo C-8	UA-1	20
Vivienda San Pedro V-18	UA-2	15
Vivienda ENACE Mz. 16-8	UA-3	15
Vivienda Urb. Las Gardenias U-27	UA-4	10
Representación Zona de Estudio	Total	60

Tabla 4*Evaluación de daño por patología y zona de ubicación*

Código	Zona Ubicación	% Hum. Radier	% Efl. Muros	% Severidad
UA-1	Baja	50	78	Severo
UA-2	Intermedia	38	32	Moderado
UA-3	Alta	55	20	Moderado
UA-4	Alta	100	20	Severo

Tabla 5*Nivel de Eflorescencia por antigüedad del concreto con relación a la muestra*

Código	Antigüedad C° años	Eflorescencia Secundaria	Criptoflorescencias
UA-1	55	20%	50%
UA-2	45	15%	40%
UA-3	20	1.5%	15%
UA-4	25	3%	30%

Nota: La Eflorescencia 1° inevitable y eventual desaparece con el tiempo la eflorescencia en 2° se agrava y se convierte en criptoflorescencias.

3.4.2. Análisis de muestras.

Las muestras recogidas, consistentes en material (suelos, arena gruesa, grava y agua) son acopiados en la zona de investigación; estos agregados utilizados en el proceso constructivo de la zona de estudio, previa coordinación con personal de Laboratorio, son enviadas a los Laboratorios del INIA Puno, para ser sometidos a ensayos y análisis de laboratorio (Tabla 6):

Tabla 6

Muestras de material utilizado en proceso constructivo de zona de investigación

Muestra	Procedencia	Cantidad	Destino	Análisis
Agua	Diseño de mezclas	4,000 ml	Laboratorio INIA- Puno	Químico
Arena Gruesa	Canteras Ilo	1,000gr.	Laboratorio INIA- Puno	Químico
Grava 1/2-3/4"	Canteras Ilo	500/500 gr	Laboratorio INIA- Puno	Químico
Suelo Mixto	Zona Media-Baja	1,000gr	Laboratorio INIA- Puno	Químico
Suelo	Zona Alta	1,000gr	Laboratorio INIA- Puno	Químico

Nota: Las muestras luego de evaluación analítica son recogidas en solo momento de ejecución.

3.4.2.1 Análisis Químico.

En el presente proceso de investigación se realizó un análisis químico cuantitativo que tiende a establecer la cantidad o concentración en que se encuentra una sustancia específica en una determinada muestra, con este análisis se determina el porcentaje de humedad y presencia de sulfatos en los materiales (suelo de fundación, arena, grava, agua) que permitirá establecer o negar su relación con la eflorescencia (salitre) en el concreto armado, para lo cual debemos saber los límites permisibles y/o propiedades según el detalle :

- *Cloruros (Cl mg/L)* .

Ion Cloro permisible 1000 ppm. Máximo Aceptable 500 mg/L; agua potable 300 mg/L dura, bajo 100 mg/L blanda Máximo ACI-Cen 3185-11-2011.

- *Sulfatos (SO₄ mg/L)* .

Ion SO₄ 600 ppm. Máximo ASTM 01064

- *Conductividad Eléctrica (ds/m 25°C)*.

Es la capacidad que tiene una sustancia o material para permitir el paso de corriente eléctrica; salinidad <0.8 baja, 0.8 – 1.6 media, 1.6 – 3.0 Alta, >3.0 muy alta ; a mayor salinidad hay mayor conducción eléctrica; a mayor temperatura menor resistencia facilita la conductancia.

- *PH*.

Presencia de iones de Hidrogeno, indicador de acides o alcalinidad del suelo, de 0-100 acido, >100 alcalino; 7 neutro, <7 acido, >7 alcalino.

- *STD gr/L (solidos totales disueltos)*.

Residuo después de la evaporación del agua (OMS); Excelente < 300 mg/L, Bueno 300 – 600 mg/L, Regular 600 – 900 mg/L, pobre 900 – 1200 mg/L, extremadamente inaceptable >1200 mg/L; limite permisible 500 mg/L.

3.4.2.2 Análisis físico de resistencia del concreto.

Determinar si como consecuencia de la eflorescencia(salitre) los elementos estructurales afectados, varían y/o pierden sus propiedades y función dentro del diseño estructural. (Ensayo de Laboratorio).

Se tiene que considerar, trabajabilidad, resistencia, durabilidad y economía, para establecer la tensión de rotura y generalmente lleva un proceso considerado desde el diseño de hormigón expresado en Kilogramos por centímetro cuadrado, utilizando diversos métodos (cono de Abraham, molde cilíndrico).

La resistencia del hormigón se determina de la Relación Agua – Cemento; y mediante la técnica ensayo de probetas a los 28 días, el Hormigón presenta una deformación durante sus primeros años de vida; instantánea al aplicarse una carga puntual y deformación por fluencia lenta ante la pérdida de humedad.

En la presente muestra de estudio no se ha tenido participación en el diseño de mezclas, concreto armado y albañilería confinada de cada una de las viviendas seleccionadas, por lo que no se tiene referencia alguna que pueda demostrar un lineamiento seguido; si cumple o no con las especificaciones técnicas acorde al RNE, toda vez que la intervención fue circunstancial con motivo de realizar diversos trabajos complementarios (rediseño, Tabiquería, modificaciones, instalaciones; y otros), donde luego de evaluar se pudo apreciar que las cuatro muestras presentaban la misma patología en igual mayor o menor proporción (eflorescencias) por humedad proveniente del suelo, de lluvias y/o accidental.

Ante estas referencias orientadas a establecer los objetivos, aceptar o descartar la hipótesis planteada en la presente investigación, se procede a tomar muestras que permitan establecer el estado actual del concreto afectado por la patología de estudio, indistintamente de las partes más representativas (pisos y columnas) utilizando la técnica de DIAMANTINAS, que sometidas a los ensayos

de laboratorio respectivos, determinan si a consecuencia de la humedad y eflorescencias, tuvieron variación en las propiedades, capacidad resistiva y funcionalidad en la estructura de concreto armado y albañilería confinada, descripción ver Tabla 7.

Tabla 7

Resistencia del Concreto por Elemento Estructural

Elemento Estructural	Tipo	F'c Resistencia 28 días Kg/cm²
ELEMENTO VERTICAL	COLUMNAS PLACAS	210
	FALSO PISO	100
ELEMENTO HORIZONTAL	PISO	100
	VIGAS LOZAS	175
	MACISAS TECHOS	210
	ALIGERADOS	280

3.5 Metodología del proceso constructivo

Teniendo en consideración el conocimiento adquirido sobre el origen del problema que favorece la presencia de la patología en estudio (eflorescencia-salitre) como consecuencia de humedad y sus efectos en las edificaciones de concreto armado y albañilería confinada de la provincia de Ilo.

El relieve en la provincia de Ilo varía entre plano y ligeramente ondulado propio de la ubicación geográfica en zona costera, algunos sectores son accidentados y empinados que presentan suelos finos con cemento salino, calcio o yeso (caliche), al contacto con la humedad proveniente del suelo, así como

humedad del proceso constructivo, se reactivan y se depositan en los materiales de construcción (arena, grava).

Otro factor coadyuvante a la presencia de eflorescencias en las edificaciones de concreto armado y albañilería confinada en la provincia de Ilo, es el inadecuado proceso constructivo, desde la selección o tratamiento adecuado de materiales, diseño de mezclas sin especificaciones y/o asesoría técnica.

En atención al Objetivo Específico de la presente Investigación, como es el diseño de un proceso constructivo y/o utilizando aditivos para reducir o controlar la patología de eflorescencias en edificaciones de concreto armado y albañilería confinada de la Provincia de Ilo, se establece:

3.5.1. Principales causas de eflorescencia en muros.

Para dar solución a cualquier problema, fenómeno, suceso; se debe tener en cuenta la causa que lo originó, seguido de una exhaustiva investigación nos va a permitir adoptar la posible solución; tratándose la patología en estudio tenemos las consideraciones siguientes:

Condensación excesiva: según Shaquihuanga (2014), la condensación excesiva es una de las causas que favorece la humedad en muros debido a que permanentemente no se considera un correcto aislamiento térmico en los diferentes ambientes que conforman la vivienda dando lugar a este proceso por deficiente ventilación o dimensiones de calefacción erróneas.

Penetración de aguas meteóricas: Conocida también como humedad descendiente, ocasionada generalmente por aguas de lluvias que al entrar en contacto con los muros puede generar severos daños a la estructura, estas aguas

meteóricas disuelven las sales solubles de los materiales que conforman los muros y forman depósitos de eflorescencias.

Humedad ascendente por capilaridad: Se puede considerar como el problema más resaltante que favorece la presencia de esta patología en las edificaciones de concreto armado y albañilería confinada de la provincia de Ilo, teniendo en consideración la ubicación geográfica y la conformación de los suelos; conocido también como absorción capilar que se da por contacto del elemento estructural con la humedad del terreno donde se ubica, adquiere una severidad que depende también del tamaño de los poros que poseen los materiales utilizados, se agrava cuando los poros son de 1 a 5 um, presentes en ladrillos y morteros; en materiales con más de 100 um, el ascenso capilar es despreciable.

Humedad Accidental : Según Fernandez (2008) refiere que este tipo de humedad se produce cuando se rompe una tubería de agua o desagüe, generando un problema de solución simple, que se soluciona con el cambio o reparación del accesorio dañado; se convierte en problema grave cuando no se encuentra la fuga a tiempo, siendo necesario romper muros y radieres hasta ubicar la fuga de agua, que en ese tiempo transcurrido para identificar el problema el agua se empoza y produce filtraciones que dañan considerablemente la estructura de concreto armado.

3.5.2. Uso de aditivos.

El uso de aditivos cambia la estructura de un material considerando el uso que se le va a dar, acelerante, retardante, impermeabilizante ya sea hormigón o mortero; con hidrófugos que sellan los poros reductores de líquido. (Ortiz, 2011, p.80).

Sikamur-injecto cream. - Producto de Sika Perú es una pasta hidro repelente que al combinarse con el mortero forma una barrera protectora horizontal, bloqueando de esta manera la humedad que asciende por capilaridad.

Para una adecuada aplicación se inicia el picado de tarrajeo a 50cm de la zona afectada ambos lados, perforar todas las intersecciones -de la primera hilada entre los ladrillos a 90% del espesor del muro, se limpia los agujero con aire a presión, aplicar Sikamur – injecto cream , en el caso que se encuentre ladrillo en mal estado, este se reemplazará por uno nuevo, se humedece antes de aplicar Sika – 1 en polvo, mezclado con cemento, agua, creando un nuevo mortero como tarrajeo impermeable, (dejar secar 24 horas), luego humedecer la superficie antes de la aplicación del Sikatop – 1 en polvo, el cual se mezclará con 1.3 L de agua hasta lograr una mezcla homogénea y sin grumos, aplicar el sellador Sikatop - 1 en todo el muro y dejar secar, Este método es el más eficaz para combatir la eflorescencia en muros. (Sika mexicana, 2013)

Sika -1 .- En liquido o polvo es un aditivo impermeabilizante que bloquea los poros y capilares del concreto o mortero mediante el gel incorporado que contiene.

En esta etapa es importante considerar una cimentación impermeabilizada, ya que el nivel del agua que asciende del subterráneo está en contacto con la base de las edificaciones y consecuentemente el fluido es absorbido por capilaridad. Da Silva(2011), indica que para la construcción del nuevo muro la cimentación debe ser impermeabilizada con aditivos al 100%(Sika 1), así como utilizar el cemento adecuado Tipo II o V para este nuevo diseño de concreto, ya que son resistentes a sulfatos o sales; que a la práctica es el más efectivo para controlar la aparición de eflorescencias, aplicando la dosificación específica de 1.8 litros por bolsa de

cemento para un concreto de $f'c$ 210Kg/cm²; sea cual fuera el motivo, siempre y cuando se considere desde el diseño de concreto. (Sika Perú SAC, 2018)

Otra opción (empírica) pero eficaz para evitar el contacto con terrenos húmedos, se puede utilizar el método de embolsado, colocando plástico entre el terreno y el cimiento, que también resulta efectivo y evita que los fluidos estén en contacto con el concreto y asciendan por capilaridad, teniendo en consideración que el plástico dependiendo de sus componentes y adherentes se descompone en un tiempo aproximado de 100 a 1000 años.

3.5.3. Curado de Eflorescencias en viviendas que ya presentan esta patología.

Se puede adoptar diversos métodos para el control de esta patología que van desde tratamiento simples y caseros, hasta uso de aditivos, dependiendo del nivel en el que se encuentre el problema para ello es importante considerar tres tipos:

Eflorescencia Primaria: Este tipo de eflorescencia se presenta de manera inevitable, esporádica y es eventual como consecuencia de humedad del proceso constructivo y en obras de reciente acabado, desaparece en corto tiempo. (Salazar, 1996).

Eflorescencia Secundaria: Esta eflorescencia se pronuncia en edificaciones que sobrepasan el año de antigüedad, por malas condiciones estructurales; alta porosidad, humedad de fundación, defectos constructivos, etc. (Salazar, 1996).

Criptoflorescencia: Se presenta con el desprendimiento total o parcial de revoques, pintura, enchapes, produce degradación de elementos de mampostería y mortero, es reconocible a simple vista ya que las sales solubles producen

descascaros del material, se genera a consecuencia de humedad proveniente del suelo. (Salazar, 1996)

El curado de esta eflorescencia que se presenta en forma de manchas blancas debido a estar compuestas por sales disueltas se puede solucionar con un cepillado añadiendo el lavado con agua limpia; para casos de eflorescencias que contengan sulfatos alcalinos se aplica el 1% de solución sódica sobre la parte afectada, equivalente a 0.1 lt. a 0.2 lt de jabón sódico por m² de muro. (Osuna, 1998).

Para casos de eflorescencias de carbonatos se puede utilizar Ácido Clorhídrico previamente a un cepillado en seco que permite retirar las sales precipitadas, luego se humedece el muro para evitar la absorción excesiva de ácido, culminando el proceso con un lavado con agua para retirar todo exceso de ácido.

Sika top-1, es un sellador cementicio que forma una barrera defensiva contra la humedad y aparición de eflorescencia en la superficie del ladrillo o cemento; a la práctica es una solución eventual

Chema Top: tiene como característica reparar superficies de cemento o ladrillo afectados por humedad y eflorescencia, aplicable en jardineras, zócalos, zonas húmedas paredes y otros elementos estructurales afectados; cabe resaltar que la solución aplicando estos procedimientos con SikaTop-1 y Chema Top, son esporádicos y no son una solución eficaz ante la patología en estudio.

Chema bitumen, aditivo utilizado como recubrimiento impermeable de concreto, madera o metal, así como toda estructura expuesta a constante

humedad; si se aplica correctamente tiene eficacia prolongada y requiere un mantenimiento periódico. (Chem masters del Perú SA, 2018)

3.5.4. Demolición y/o reemplazo de elementos dañados (Criptoflorescencia).

La demolición del muro será necesario siempre y cuando los métodos mencionados no funcionen con el pasar del tiempo o haya evidencia de criptoflorescencia, en este caso el proceso de demolición empieza con el apuntalado de losa para prevenir posible colapso, separado del muro a 90cm y separado cada puntal 70cm aproximadamente, se procede a la separación de muro de los elementos que lo confinan para la demolición respectiva, como el fluido emerge por capilaridad posiblemente la cimentación también está enferma, por tal motivo se recomienda retirar la cimentación. (Fernandez, 2008)

El reforzamiento de muro sería básicamente con aplicación de aditivos para el mortero y tarrajeo, pueden usarse los productos mencionados en este proyecto de investigación ya que, de hacerlo de esta manera, se obtendrá un muro reforzado especialmente contra la eflorescencia.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Presentación de Resultados

4.1.1. Resultado de Análisis Químico.

Se tomó muestras de agua, grava, arena gruesa y suelos de las tres zonas de estudio, sometidas al análisis químico en Laboratorios de INIA Puno. ver Tabla 8.

Tabla 8

Resultado de análisis químico emitido por INIA-Puno

Muestra	Sulfatos SO₄m/L	Cloruros Cl mg/L	CE mg/cm 25°C	pH	STD Mg/L
Agua utilizada/diseño mezclas Ilo	89.05	361.69	2.31	7.556	1.65
Arena Gruesa Canteras de Ilo	120.07	911.32	2.90	9.843	2.07
Grava ½", 3/4" Canteras de Ilo	218.13	99.28	510.00	9.914	364.00
Suelo Mixto Zona Media y Baja	86.05	16191.03	41.30	7.817	29.00
Suelo Zona Alta	118.07	5375.73	19.28	7.731	13.80

Nota: Los resultados denotan alteración y/o variación de propiedades de materiales utilizados en proceso constructivo en la provincia de Ilo.

4.1.2. Resultado de análisis físico de resistencia del concreto.

Tabla 9

Prueba de resistencia del concreto en elementos estructurales afectados

Cod.	Muestra.	fc'	Estructura Elemento	Fecha Rotura	KN	carga Kg	Diam.	Area Cm2	Resist Kg/cm2	%
V-1	I II	210	Piso	08-04-22	36.8	3,752.50	5.2	21.24	166.69	83.0
		210	Piso	08-04-22	35.6	3,630.13	5.2	21.24	160.93	79.2
V-2	I II	210	Piso	09-04-22	36.8	3,752.50	5.2	21.24	170.67	83.2
		210	Piso	09-04-22	35.6	3,630.13	5.2	21.24	164.91	79.4
V-4	I II	210	Columna	08-04-22	36.8	3,752.50	5.2	21.24	169.67	82.1
		210	Columna	09-04-22	35.6	3,630.13	5.2	21.24	163.63	78.2

Nota: Los Resultados denotan variación mínima a propiedades de resistencia del C°, tolerables permisibles que no afectan la funcionalidad de la estructura a corto tiempo; siendo posible su erradicación con buen diseño y aplicación de especificaciones técnicas respectivas.

4.1.3. Prueba de permeabilidad con Sika 1.

Se realizó esta prueba en probetas cilíndricas en molde de .15cm de diámetro por .30 cm de altura. ASTM C 192(Rivera, 2004, p.199) se aprecia que la absorción y ascenso de humedad por capilaridad para un concreto f'c 210kg/cm2 con Cemento HS sin aditivo impermeabilizante se produce en un porcentaje promedio del 3% de la altura total de la probeta en un tiempo de 10 minutos. Fig 29.

Figura 29

Diseño de Concreto f^c 210 kg/cm² sin aditivo



Para el mismo diseño de concreto con aditivo Sika 1 con una dosificación de 1.8 lts. Por bolsa de cemento; es notorio y resaltante que el porcentaje de absorción no progresa debido a que el aditivo incorporado, satura los micro vacíos del concreto convirtiéndolo resistente a la humedad con impermeabilidad al 100%. Ver fig. 30

Figura 30

Diseño de C° f^c 210 kg/cm² con aditivo Sika1



Para morteros de juntas de mampostería sin aditivo permeabilizante de igual forma se aprecia considerable ascenso y absorción de humedad por capilaridad. fig. 31

Figura 31

Muro de mampostería con juntas de mortero sin aditivo impermeabilizante



Para mortero con aditivo impermeabilizante Sika 1, en una dosificación de 1.8 lts. por bolsa de cemento; se puede apreciar que el aditivo bloquea los vacíos capilares con el gel incorporado que contiene, convirtiendo este mortero impermeable al 100% en posición horizontal y vertical, por ende, la humedad no asciende. fig. 32

Figura 32

Muro de mampostería con aditivo Sika 1, impermeable al 100%



4.2 Contrastación de Hipótesis

Teniendo en consideración que la contrastación de una Hipótesis observa un procedimiento basado en información experimental (una muestra), para aceptar o rechazar esta hipótesis nula (H_0), que se formula sobre la muestra generando una Hipótesis alterna (H_1).

En el presente caso consideramos el Tipo Paramétrico, que viene a ser la acción de rechazar o aceptar la hipótesis planteada (H_0). para ello nos basamos en un cuadro referencial. (Figura 33)

Figura 33

Diagrama Referencial

Ho	Investigador	
	No Rechaza	Rechaza
Ho es Verdad	Decisión correcta	Error T-1
Ho es Falsa	Error T-2	Decisión correcta

4.2.1. Contrastación de hipótesis general.

Teniendo en consideración los resultados de los ensayos de laboratorio practicados en la muestra de estudio (H_0), ya sea el agua, agregado grueso, y grava; utilizados en el diseño de mezclas para viviendas de concreto armado y albañilería confinada denotan variación referente a la presencia de Sulfatos, Cloruros, PH, STD y CE, así como los suelos; arrojando valores que están dentro de los parámetros permisibles, conocimiento que nos permite diseñar técnicas y procedimientos para controlar y/o reducir significativamente el problema.

4.2.2. Contrastación de hipótesis derivada 1(H₀).

Conociendo las calidades de agregados utilizados en los procesos constructivos de la provincia de Ilo; no son causa determinante para la producción de la patología de estudio (eflorescencia), y contrariamente el tratamiento y uso inadecuado de los mismos, como la no observación y/o aplicación de especificaciones técnicas, teniendo como causa coadyuvante la humedad proveniente del suelo sea una probable causa que origina la presencia de dicha patología en las viviendas de concreto armado y albañilería confinada de la Provincia de Ilo.

4.2.3. Contrastación de hipótesis derivada 2(H₁).

En el mercado de la construcción ya existen aditivos que permiten mejorar la calidad del diseño de mezclas; creando un considerable nivel de impermeabilidad y resistencia al ataque de sulfatos cloruros y humedad proveniente del suelo, asimismo con tratamiento de los materiales de construcción, una adecuada aplicación de procedimientos y especificaciones técnicas se puede reducir significativamente la presencia de eflorescencias en las viviendas de concreto armado y albañilería confinada de la ciudad de Ilo.

4.3 Discusión de resultados

Como primer objetivo específico se consideró determinar las causas y factores que producen la eflorescencia en las viviendas de concreto armado y albañilería confinada en la provincia de Ilo; en base a ello se investigó al respecto y según Shaquihuanga (2014) los factores que producen la eflorescencia en las edificaciones es debido a la condensación excesiva una posible causa que favorece la humedad

en los muros debido al agua en su superficies por el uso incorrecto de aislamiento térmico e impermeabilizantes, otro factor es la penetración de aguas meteóricas conocida como humedad descendiente provocada por lluvias o infiltraciones y otro factor preponderante es la humedad ascendente por capilaridad conocida también por absorción capilar por los poros de los elementos que están en contacto con el suelo húmedo, considerando también la porosidad de los materiales que mientras más grandes los poros mayor absorción y a más pequeños la absorción es despreciable.

De los resultados encontrados en la presente investigación referente al objetivo se llega establecer que de las cuatro viviendas consideradas para el estudio así como un porcentaje elevado de viviendas de la provincia de Ilo, presentan estas características coadyuvantes para la aparición de eflorescencias, considerando la antigüedad de las construcciones que datan de más 25 años de antigüedad, donde no se observaron ningún tipo de especificaciones técnicas adecuadas en el proceso constructivo, como para prever estas eflorescencias, así como la autoconstrucción e inobservancia de asesoría técnico profesional.

Los resultados de la presente investigación coinciden con lo establecido por Shaquihuanga (2014) quien resalta que los factores determinantes para la presentación de las eflorescencias son el inadecuado proceso constructivo, inadecuado uso de materiales, la humedad por infiltraciones y humedad por capilaridad; ya que esta humedad disuelve las sales solubles de los materiales que componen el muro y crean depósitos de eflorescencias. Lo que se fortalece con lo establecido por Fernández (2008) indicando que el tiempo es un factor que rige la

construcción, la falta de tiempo de secado de las construcciones es inevitable, como por ejemplo al terminarse la obra gruesa se da inicio a los acabados, quedando elementos construidos que contienen humedad. Para conseguir el equilibrio y no se generen problemas de humedad, se debe considerar la evaporación, pero al no tener el tiempo de secado que se necesita en los elementos construidos, genera como resultado la aparición de manchas en muros, consecuente desprendimiento de pinturas, hongos, eflorescencias, etc.

Considerando que el segundo Objetivo Especifico establece diseñar una nueva metodología desde el inicio del proceso constructivo y/o utilizando aditivos para reducir o controlar la patología de eflorescencia en edificaciones de concreto armado y albañilería confinada en la provincia de Ilo, se debe considerar desde el inicio del proyecto y proceso constructivo las precauciones, concordante con lo aportado por Palomino (2011) En su Tesis Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto de los Elementos Estructurales de las Viviendas de Material Noble del Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, Enero – 2011. 5.- Mediante estudio y evaluación estructural de edificios de viviendas de material noble edificados antes del análisis estructural, se proyecta métodos e instrumentos adecuados para una evaluación real que pueda describir el nivel del problema y adoptar la opción para su restablecimiento.

De los resultados considerados en la presente investigación, conocimientos adquiridos sobre las causas que generan la eflorescencia (salitre) como

consecuencia de la humedad producida ya sea por infiltración, por accidente o procedente del suelo que es la más preponderante; el adecuado uso y aplicación de aditivos, así como la consideración de técnicas y procedimientos, que van a permitir reducir significativamente, controlar y erradicar esta patología de las viviendas de concreto armado y albañilería confinada de la ciudad de Ilo, a partir del presente estudio así como de viviendas construidas con anterioridad y que ya presentan este problema; concordante con lo establecido por Peña (2018) en su Tesis Reparación de muros confinados en viviendas afectadas por la eflorescencia ante eventos sísmicos en la Av. Santa Isabel, El Agustino 2018 cuyo objetivo fue reparar los muros confinados de viviendas afectadas por la eflorescencia aplicando tres métodos; el método básico, el uso de aditivos y demolición de muro confinado.

Aplicado en su muestra de estudio conformada por 10 viviendas; Concluyendo que al aplicar los métodos establecidos se logró combatir la eflorescencia, así mismo se benefició a una comunidad que padecía hace muchos años este problema.

Considerando que los Objetivos específicos fortalecen el Objetivo General que engloba establecer los factores y causas que producen la patología de eflorescencia en las viviendas de concreto armado y albañilería confinada construidas con anterioridad así como nuevas edificaciones en la provincia de Ilo, se investigó y evaluó a profundidad este problema de gran relevancia en la zona de estudio llegando a establecer que las causas y factores influyentes para la presencia de eflorescencias, es la humedad proveniente del suelo, seguida por humedad accidental por fugas de tuberías y discurrimientos de agua ante la falta de

sistemas de drenaje y en menor escala la humedad por aguas meteóricas (lluvias) coadyuvante a ello tenemos como factores preponderantes la cultura de la autoconstrucción, la ausencia de planificación que prevea el desarrollo de un adecuado diseño y uso de materiales en el proceso constructivo; así como el tiempo de secado de la estructura construida lo que da lugar a la eflorescencia en sus diferentes niveles, primario, secundario y criptoflorescencias que afectan considerablemente la confortabilidad y estética de la vivienda que repercute directamente en la salud de sus ocupantes con afecciones respiratorias al estar expuestos a las consecuencia que conlleva este problema (formación de moho, hongos, ácaros).

Los resultados obtenidos en la presente investigación coinciden con lo sustentado por Fernández (2008) al puntualizar que la humedad proveniente del suelo es un

problema que afecta la confortabilidad de la vivienda como la salud de sus ocupantes, considerando que el factor tiempo es preponderante ya que no se considera el tiempo de evaporación del agua en las construcciones, concordante a ello Paz(2009) reafirma que la humedad más resaltante que afecta la mayoría poblacional se debe al proceso de ascensión capilar, coadyuvante a ello el nivel freático y la condensación; Fernández (2008), en su investigación Humedad Proveniente del Suelo en Edificaciones, Santiago de Chile establece que el desarrollo de conocimientos sobre el origen de la patología de eflorescencias que generalmente se produce por ascensión capilar de elementos estructurales que están en contacto directo con el suelo, nos permite diseñar y desarrollar posibles soluciones, fortalecido por (Bustamante y Castillo, 2012) en su Evaluación y

diagnóstico patológico de la Iglesia Santo Toribio de Mogrovejo de Cartagena de indias, Cartagena 2012. Que aplicando un control ocular exhaustivo de la parte afectada (evaluación de distribuciones, patologías y resultados de estudios realizados) permite plantear las acciones de erradicación y sugerencias específicas para cada uno de los problemas encontrados; asimismo Paz (2013), en su tesis Evaluación de las Patologías más Comunes en las Viviendas de Material Noble de la UPS Villa San Luis I y II Etapa de Nuevo Chimbote, Evalúa y establece que conociendo el estado estructural acorde al proceso constructivo desarrollado se establece el porcentaje referencial de viviendas afectadas.

Los antecedentes y coincidencias con la presente investigación nos permiten evidenciar que si es posible establecer los factores y causas que producen la patología de eflorescencias en las viviendas de concreto armado y albañilería confinada construidas con anterioridad, así como nuevas edificaciones en la provincia de Ilo; estando consciente de la responsabilidad que se asume, como profesional constructor y arquitecto del patrimonio y bienestar de un grupo de personas cuya responsabilidad se refleja en el aporte al desarrollo aplicando técnicas opciones y soluciones ante la aparición de alguna patología en procesos constructivos; Cuyo objetivo principal como Investigador aparte de observar valores y principios éticos personales y profesionales, es utilizar la doctrina como respaldo de conocimientos y adaptación a cada problema que se presenta en el trabajo de campo que muchas veces difiere de la doctrina. (Florentín y Granada, 2009).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Primera. Se determinó las causas y factores que producen la eflorescencia en las edificaciones de concreto armado y albañilería confinada, en la provincia de Ilo; acorde a los resultados de laboratorio practicados en las muestras, los materiales como arena, grava, suelos y agua acopiados de la zona de estudio, por característica de ubicación geográfica a la rivera del Mar y contienen considerable presencia de, sulfatos(600pp), cloruros(500mg/L), PH(7), STD(<300mg/L), y CE(uS/cm-25°), están dentro de los valores tolerables, pero al contacto con la humedad proveniente del suelo, se reactivan y se depositan como eflorescencias en los muros, donde llegan por ascensión capilar desde los muros que están en contacto directo con esta humedad; alterando la confortabilidad de las viviendas, y de no ser considerado y tratado el problema de eflorescencias a tiempo, progresa llegando a transformarse en criptoflorescencias que empiezan a degradar la estructura (mortero, ladrillos, revoques, pintura); Concretamente perjudican la capacidad estética y de resistencia de la estructura de concreto armado y albañilería

confinada. Afectando también la salud de los ocupantes con problemas respiratorios. El resultado de ensayos de laboratorio y conocimiento de las propiedades y origen de esta patología nos permite adoptar las medidas y procedimiento a seguir para diseñar una nueva metodología desde el inicio del proceso constructivo que permita controlar, reducir y/o erradicar el problema de las eflorescencias en las edificaciones de concreto armado y albañilería confinada de la Provincia de Ilo y/o de cualquier lugar donde se presente esta patología.

Segunda. Se diseñó una nueva metodología desde el inicio del proceso constructivo, utilizando aditivos para mejorar y reforzar un diseño de concreto adecuado, este procedimiento permite reducir o controlar la patología de la eflorescencia en edificaciones de concreto armado y albañilería confinada de la provincia de Ilo; También se puede considerar técnicas empíricas pero eficaces, siendo una alternativa el recubrimiento de fundaciones con geo membranas, polietileno de alta densidad y técnicamente con el uso de aditivos adecuados desde el diseño de concreto, morteros con(Sika 1), por ser el más efectivo; el cual lo impermeabiliza completamente y cuando ya se pronuncia en edificaciones nuevas o construidas con anterioridad, con infiltración de aditivos (inertol, Sikamur, injectocream 100) los cuales utilizados adecuada y oportunamente neutralizan y bloquean completamente la absorción de humedad en el C° impermeabilizándolo al 100%; con el conocimiento adquirido sobre esta patología, actualmente si se puede controlar y erradicar la absorción de humedad proveniente del suelo

que es causa determinante para la proliferación de Eflorescencias en concreto armado.

Tercera Considerando lo expuesto en el contexto de la primera y segunda conclusión así como los antecedentes y coincidencias evidenciadas en la presente investigación nos permitió determinar que si es posible establecer los factores es y causas que producen la patología de eflorescencias en las viviendas de concreto armado y albañilería confinada construidas con anterioridad, así como nuevas edificaciones en la provincia de Ilo; coadyuvante a ello la responsabilidad que se asume desde el inicio de todo proceso constructivo ya sea como propietario, constructor y/o profesional ya que este hecho se ve reflejado en el patrimonio y bienestar de un grupo de personas como aporte al desarrollo, aplicando técnicas opciones y soluciones ante la aparición de alguna patología en procesos constructivos; cuyo objetivo principal aparte de observar valores y principios éticos personales y profesionales debe ser siempre, utilizar la doctrina como respaldo de conocimientos y adaptación a cada problema que se presenta en el trabajo de campo a pesar que en múltiples oportunidades difiere de la doctrina, pero se mejora y se supera con la práctica.

5.2 Recomendaciones

Primera. Se recomienda una adecuada propagación de este conocimiento sobre las causas y factores que producen la eflorescencia en las edificaciones de concreto armado y albañilería confinada, en la provincia de Ilo; ya que lo expuesto en el contexto de la presente Investigación; permite conocer el origen del problema y la necesidad de adoptar medidas preventivas, aplicables a proyectos de construcción, así como posibles soluciones a viviendas que ya se encuentran afectadas con esta patología; Cabe resaltar que las medidas correctivas que se adopten, no solucionan completamente los inconvenientes producidos por la humedad, pero sí resulta beneficioso e importante conocer las medidas más efectivas para combatir esta humedad .

Segunda. Se recomienda a la autoridad competente así como entes comprometidos, prolongar y complementar esta línea de investigación que permita adoptar una adecuada metodología desde el inicio del proyecto con la utilización de aditivos para reducir o controlar la patología de la eflorescencia en edificaciones de concreto armado y albañilería confinada, asimismo considerar el uso de aditivos que mejoren la calidad del concreto, establecer la cultura de siempre considerar la aplicación de especificaciones técnicas y/o asesoría técnica que permite mejorar y garantizar el proceso constructivo, siendo aplicable en la provincia de Ilo, así como cualquier zona del país ya sea por su ubicación geográfica, o se tenga conocimiento que los suelos contienen considerable salinidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abad, C. (2017). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto y muros de albañilería del cerco perimétrico de la capilla divina misericordia, ubicado en la urbanización los tallanes, del distrito veintiséis de octubre, provincia y región Piura, marzo del año 2017* (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil) Universidad Católica los Angeles de Chimbote, Chimbote- Perú.

Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.13032/1974>

Ardila, J. (2019). *Estudio patológico por humedades en los muros exteriores e interiores en las casas que conforman el conjunto residencial guazuca en el municipio de Guasca* (Tesis pre grado) Universidad de Santo Tomas, Bogotá Colombia

Recuperado de <https://hdl.handle.net/11634/20826>

Broto, C. (2005). *Enciclopedia Broto Patologías de la Construcción*. Barcelona: Barcelona: Links Internacional.

Recuperado de repositorio.uladech.edu.pe

Coa, L. (2020). *Influencia del suelo en la patología del concreto en autoconstrucciones. AH Sociedad Unión de Colonizadores VES2020*(Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil), Universidad Cesar Vallejo, Lima

Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57736>

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* (Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil) Universidad Privada del Norte- Lima
Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/25109>

Diaz, L. (2019). *Influencia del Aditivo SIKA 1 para mejorar la impermeabilidad en el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, en suelos con nivel freático en Urb, Los Huertos de Villa Chorrillos Lima 2019*(Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil) Universidad Cesar Vallejo, Lima.
Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48938>

Huamán, J. (2020). *Análisis de suelos salinos para determinar los sulfatos con fines de cimentación para zona industrial, Salinas. Huacho* (Tesis de grado) Universidad Cesar Vallejo Lima.
Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/55103>

Hurtado, L. (2017). *Evaluación de las Patologías en viviendas de Concreto Armado en la Urbanización Monterrico Distrito Jaén- Departamento Cajamarca 2017*. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil) Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo.
Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25702>

- Kosaka, R., Arias, H. y Farfán, E. (2001). *Evaluación de Peligros de la Ciudad de Ilo* (Convenio UNSA-INDECI) Instituto Geofísico UNSA- Arequipa
Recuperado de Sigrid.cenepred.ob.pe/sgridv3/documento/3729
- Mamani, L y Huarcaya, R. (2019). *Identificación y evaluación de patologías en viviendas autoconstruidas en los barrios urbano marginales de la ciudad de Puno* (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil).
Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
Recuperado de repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/11111
- Márquez, H. (2018). *Métodos de Mitigación para los efectos provocados por la Humedad en los Bloques de Villa San Pedro* (Trabajo para optar el Título de Técnico Universitario en construcción) Universidad Técnica Federico Santa María, Concepción- Chile.
Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/120241>
- Ortega, J. (2019). *Suelo con alto contenido de sal afecta la construcción de la Asociación Pampa de Cueva de la Región Independencia-Lima.*(Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil) Universidad Cesar Vallejo, Lima.
Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/45986>
- Ortiz, L. (2011). *Influencia de la humedad en el deterioro de las viviendas del barrio obrero de la ciudad de Puyo, cantón Pastaza* (Trabajo previo a la

obtención del título de Ingeniero Civil) Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador.

Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/1368>

Peña, Q. (2018). *Reparación de muros confinados en viviendas afectadas por la eflorescencia ante eventos sísmicos en la Av. Santa Isabel, El Agustino 2018* (Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil), Universidad Cesar Vallejo, Lima.

Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/37057>

Shaquihuanga, D. (2014). *Evaluación del estado actual de los muros de albañilería confinada en las viviendas del sector Fila Alta-Jaén*. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil) Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén-Cajamarca- Perú.

Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14074/379>

Torres, N. (2011). *Estudio sobre las causas del desprendimiento de capas de pintura, enlucido y mampostería en construcciones ubicadas en auqui chico, parroquia de Cumbayá año 2010*. (Trabajo para obtención del Título de Tecnólogo en Construcciones Civiles) Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito Ecuador.

Recuperado de <https://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/3601>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA	POBLACION
<p>Problema General</p> <p>¿En qué medida se puede evaluar y determinar los factores y causas de la eflorescencia (salitre) en el concreto, evitar y/o disminuir su aparición en viviendas de construcción, antiguas y nuevas en el Distrito de Ilo?</p> <p>Problema Especifico</p> <p>PE1. ¿Cuáles serían las causas y factores que producen la salinidad en las edificaciones de concreto armado y albañilería confinada, en las construcciones del distrito de Ilo?</p> <p>PE2. ¿Se podría diseñar una nueva metodología utilizando aditivos para reducir la eflorescencia y patología de la salinidad en las construcciones de concreto armado y albañilería confinada en el Distrito de Ilo?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Establecer los factores y causas que produce la patología de la salinidad en las viviendas de concreto armado y albañilería construidas con anterioridad, así como nuevas edificaciones en la Provincia de Ilo.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>OE1</p> <p>Determinar los factores y causas que producen la eflorescencia y salinidad en las edificaciones de concreto armado y albañilería confinada en las construcciones del Distrito de Ilo.</p> <p>OE2</p> <p>Diseñar una nueva metodología desde el inicio del proceso constructivo y/o utilizando aditivos para reducir o controlar la patología de la salinidad en las construcciones de concreto armado y albañilería confinada en el Distrito de Ilo..</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Precisar factores y causas que producen la patología del salitre; el uso de agua potable, agregados (grueso, fino, grava) influyen significativamente en el diseño de concreto, en viviendas de concreto armado y albañilería confinada, construidas con anterioridad, así como nuevas edificaciones en el distrito de Ilo; diseñar técnicas y procedimientos que permitan controlarla y/o reducir significativamente</p> <p>Hipótesis Derivada</p> <p>HD1</p> <p>La calidad de agregados finos y gruesos, el uso inadecuado de estos materiales, sean probablemente las causas en la producción de salinidad y eflorescencia en viviendas de concreto armado y albañilería confinada en la ciudad de Ilo</p> <p>HD2</p> <p>El uso de aditivos y materiales de construcción en concordancia con las técnicas y procedimiento de diseño de mezclas, permiten reducir significativamente la patología de salinidad y eflorescencia en viviendas de concreto armado y albañilería confinada en la ciudad de Ilo</p>	<p>Variable Independiente.</p> <p>La humedad proveniente del suelo y su influencia en la patología de eflorescencia(salitre), diseño de mezcla y otros factores</p> <p>-</p> <p>Arena -</p> <p>Grava -</p> <p>Agua -</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Efectos que produce la humedad proveniente del suelo, en las edificaciones, considerando que los materiales utilizados(agregados) propios de la provincia de Ilo por su ubicación geográfica a la rivera del mar, los suelos, contienen residuos de sal en rango considerable, que al permanecer en contacto con esta humedad se reactivan dando lugar a que se produzca la eflorescencia(salitre) en las edificaciones de concreto armado y albañilería confinada.</p>	<p>El tipo de investigación considerado es cualitativo, ya que el hecho se produce sin la participación del investigador, se evalúa el problema utilizando técnicas orientadas a resolver y/o el problema del entorno de estudio.</p> <p>El nivel de investigación tiene alcance descriptivo correlacional, ya que permite relacionar las variables permitiendo conocer y explicar la causa, naturaleza del problema y obtener un resultado que se puede comprobar</p> <p>Diseño de Investigación</p> <p>El objeto de la investigación es la verificación que permite comparar hechos con su teoría y forma lo cual permite elegir el diseño adecuado, siendo posible utilizar mas de un diseño.</p> <p>En esta investigación adoptamos un método de clasificación documental y de campo, es no experimental basado en conceptos y variables sin manipularlas, sino en hechos que ya ocurrieron sin intervención del investigador con una exploración IN SITU, es decir en el lugar de los hechos, acopio de datos referentes a viviendas afectadas a la fecha de estudio.</p>	<p>Según Borja (2012),se considera población o universo al grupo de elementos o sujetos que serán el motivo de estudio</p> <p>La población seleccionada para el desarrollo de la presente investigación fueron las viviendas de concreto armado y albañilería confinada del distrito de Ilo que es el área geográfica de la provincia que alberga la mayor parte de viviendas y habitantes y donde aproximadamente el 40% de las viviendas presenta problemas de humedad proveniente del suelo y consecuente eflorescencia</p> <p>- Zona baja</p> <p>- Zona intermedia</p> <p>- Zona alta</p> <p>Se consideró como muestra o parte representativa de estudio cuatro viviendas ubicadas en las tres zonas precitadas.</p>