

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“DIAGNÓSTICO, PREVENCIÓN Y REPARACIÓN EN VIVIENDAS DE
ALBAÑILERÍA CON PROBLEMAS DE HUMEDAD EN EL DISTRITO
GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA – PROVINCIA TACNA –
DEPARTAMENTO TACNA”**

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. Ing. VARGAS JIMÉNEZ, GÉNESIS MARICIELO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

ASESOR: ING. CHAPARRO QUISPE, EDGAR

TACNA – PERU

2017

DEDICATORIA

A Dios, por darme brindarme fortaleza, gozo y sabiduría en cada
etapa de la tesis.

A mis padres que me apoyaron animándome a cada momento y
con los recursos necesarios.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme acompañado en este proceso de aprendizaje e investigación, entre otras cosas hacer que de una enfermedad nazca la idea de tesis y su valor en la calidad de vida de las personas.

Le agradezco a mis padres por haber confiado en mí y su provisión en los recursos necesarios para la tesis.

Le agradezco al Ing. Otto Quispe, mi novio, que con paciencia me brindó sus conocimientos sobre investigación y temas relacionados con ingeniería química.

Le agradezco al Ing. Edgar Chaparro, asesor de la presente tesis, por el apoyo y tiempo dedicado a la revisión y asesoramiento de la tesis.

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo diagnosticar, prevenir y reparar viviendas de albañilería con problemas de humedad en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa – Provincia Tacna – Departamento Tacna.

La humedad es un problema común que degrada los materiales de construcción que se manifiesta con aparición de eflorescencias, hongos y moho, desprendimientos del acabado y oxidación de las estructuras de acero dentro del concreto. Además ésta genera daños importantes a la salud de las personas que conviven con ella.

Para realizar el diagnóstico de las viviendas se aplicó una encuesta a 167 habitantes y sus viviendas acerca del problema y síntomas de humedad, también acerca de su reparación y prevención. El resultado de la encuesta sirvió para elegir tres viviendas representativas de los problemas más comunes de humedad para poder estudiarlas, encontrar las causas, el estado de gravedad en que se encuentran, así como diversos factores que contribuyen al problema como: el suelo, el clima, los agregados y la construcción. Posteriormente se planteó las recomendaciones de reparación y prevención a cada caso presentado.

Así es como se realizó el diagnóstico, prevención y reparación de las viviendas de albañilería con problemas de humedad del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa – Provincia Tacna – Departamento Tacna, en base a las investigaciones y propuestas de diversos autores.

Palabras clave: diagnóstico, prevención, reparación, viviendas, albañilería, humedad, eflorescencias, recomendaciones, encuesta, construcción.

ABSTRACT

This thesis aims to diagnose, prevent and repair masonry houses with humidity problems in the Gregorio Albarracín Lanchipa District - Tacna Province - Tacna Department.

Moisture is a common problem that degrades building materials that manifests with the appearance of efflorescence, fungus and mold, shedding of the finish and oxidation of steel structures within the concrete. . In addition, it causes significant damage to the health of people living with it.

To carry out the diagnosis of the dwellings, a survey was carried out on 167 inhabitants and their dwellings about the problem and symptoms of humidity, as well as their repair and prevention. The result of the survey was to choose three houses representative of the most common problems of humidity to be able to study them, to find the causes, the seriousness of their situation, as well as various factors that contribute to the problem such as soil, climate, aggregates and construction. Subsequently, the recommendations for reparation and prevention were submitted to each case presented.

This is how the diagnosis, prevention and repair of masonry homes with humidity problems in the Gregorio Albarracín Lanchipa district - Tacna Province - Tacna Department, based on the research and proposals of various authors.

Key words: diagnosis, prevention, repair, housing, masonry, humidity, efflorescence, recommendations, survey, construction.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis es una investigación que tiene por objetivo diagnosticar, prevenir y reparar viviendas de albañilería con problemas de humedad en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la Provincia Tacna – Departamento Tacna.

El problema de la humedad en las viviendas es una patología de la edificación que es muy común y es causante de degradar los materiales con el tiempo así como causar problemas de salud. Es estudiada desde hace muchos años por profesionales y empresas de Ecuador, Brasil, México, España, EE. UU., etc. Las fuentes bibliográficas se contrastaron con la realidad del Perú y específicamente de la zona estudiada.

El diagnóstico se basa en una encuesta preliminar, la cual dará luces del problema y los síntomas de la humedad, posteriormente se seleccionará algunas viviendas para averiguar las causas, dar recomendaciones de reparación y prevención.

El trabajo presenta los siguientes capítulos:

En el capítulo I se presenta el planteamiento y formulación del problema, justificación, objetivos, conceptos básicos y antecedentes de la investigación.

En el capítulo II se aborda los aspectos teóricos relacionados con el diagnóstico; los tipos de humedades, los métodos de diagnóstico, síntomas y los factores que contribuyen con el problema; las técnicas y productos en el ámbito actual en cuanto a prevención y reparación; las viviendas de albañilería, sus definiciones de acuerdo a la norma peruana así como sus requerimientos mínimos y los efectos de la humedad a los materiales como el concreto, mortero, acero y ladrillo.

En el capítulo III se aborda el marco metodológico; con las hipótesis, técnicas e instrumentos que se utilizará en la investigación.

En el capítulo IV se analiza e interpreta los resultados de la encuesta y diagnóstico de los casos seleccionados, así como comprobar las hipótesis.

En el capítulo V se presentan las conclusiones y recomendaciones de la tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	v
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1. Interrogante principal	3
1.2.2. Interrogantes secundarias	3
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. CONCEPTOS BÁSICOS	5
1.6. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	8
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO CIENTIFICO	10
2.1. DIAGNÓSTICO DE HUMEDAD EN VIVIENDA	10
2.1.1. Definición	10
2.1.2. Método de diagnóstico general	10
2.1.3. La humedad como patología	19
2.1.4. Tipos de humedades en edificaciones	20
2.1.4.1. Humedad por gravedad o de lluvia	20
2.1.4.2. Humedad accidental	21
2.1.4.3. Humedad por capilaridad o suelo	22
2.1.4.4. Humedad de construcción o de obra	24
2.1.4.5. Humedad de condensación	27
2.1.5. Síntomas	29
2.1.5.1. Eflorescencias	29
2.1.5.2. Criptoeflorescencias	31
2.1.5.3. Hongos y mohos	32
2.1.6. Factores que contribuyen al problema de humedad	32
2.1.6.1. Emplazamiento o ubicación	32
A. El tipo de terreno	32
B. Las condiciones climáticas	35

2.1.6.2. Construcción.....	37
2.2. PREVENCIÓN DE VIVIENDAS CON HUMEDAD.....	38
2.1.2. Protecciones arquitectónicas para lluvia.....	38
2.1.3. Secado necesario para prevención de humedad de obra.....	38
2.1.4. Impermeabilización en muros enterrados.....	39
2.1.5. Bentonita sódica en paneles de cartón kraft, geomembranas y geotextiles.....	40
2.1.6. La Barrera antihumedad tipo membranas.....	41
2.1.7. Barreras anticapilares.....	43
2.1.8. Polietileno.....	44
2.1.9. Niveles.....	44
2.1.10. Aditivos Impermeabilizantes.....	45
2.1.11. Uso de Cemento Portland Puzolánico IP.....	46
2.1.12. Criterios generales para la prevención de patologías.....	46
2.3. REPARACIÓN DE VIVIENDAS CON HUMEDAD.....	47
2.3.1. Sistema de drenaje montado en pared para lluvia.....	49
2.3.2. Revoques porosos.....	50
2.3.4. Reparación de cubiertas.....	51
2.3.5. Hidrofugación.....	52
2.3.6. Resinas de silicona.....	55
2.3.7. Membranas asfálticas prefabricadas.....	56
2.3.8. Las pinturas hidrorrepelentes.....	57
2.3.9. Las pinturas de PVC.....	57
2.3.10. Protección de la armadura frente a la corrosión.....	57
2.3.11. Método electro-osmótico.....	59
2.4. VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CON PROBLEMAS DE HUMEDAD.....	62
2.4.1. Albañilería.....	62
2.4.1.2. Albañilería confinada.....	62
A. Mortero.....	63
B. Unidad de Albañilería.....	64
C. Acero de refuerzo.....	65
D. Concreto.....	67
2.4.2. La infraestructura de la vivienda en Tacna y el distrito Gregorio Albarracín.....	68
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	70
3.1. HIPÓTESIS.....	70
3.1.1. Hipótesis general.....	70
3.1.2. Hipótesis específicas.....	70
3.2. VARIABLES.....	71

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	72
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	73
3.5. AMBITO DE ESTUDIO.....	73
3.6. TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	73
3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	73
3.7.1. Unidad de estudio.....	73
3.7.2. Población.....	73
3.7.3. Muestra.....	74
3.8. TECNICAS E INSTRUMENTOS.....	75
3.8.1. Técnicas.....	75
3.8.2. Instrumentos.....	76
CAPÍTULO IV: LOS RESULTADOS.....	78
4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	78
4.1.1. Cantidad de viviendas con o sin humedad.....	78
4.1.2. Síntomas o efectos que manifiesta el problema de la humedad.....	79
4.1.3. Estructura de la vivienda más afectada.....	80
4.1.4. La habitación más afectada dentro de la vivienda.....	81
4.1.5. La casa tuvo asesoría de un ingeniero, arquitecto, maestro, obrero u otro.....	82
4.1.6. Uso de alguna técnica o producto.....	83
4.1.7. Casos que se solucionaron con alguna técnica o producto.....	84
4.1.8. Interés de diagnóstico.....	85
4.1.9. Conocimiento de prevención.....	86
4.1.10. Opinión sobre las principales causas de humedad.....	87
4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO, PREVENCIÓN Y REPARACIÓN DE LAS VIVIENDAS SELECCIONADAS.....	87
4.2.1. CASO 1.....	88
4.2.2. CASO 2.....	92
4.2.3. CASO 3.....	105
4.3. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	109
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	111
5.1. CONCLUSIONES.....	111
5.2. RECOMENDACIONES.....	113
BIBLIOGRAFÍA.....	114
ANEXOS.....	127
Anexo 1: Cuestionario aplicado a la encuesta.....	127
Anexo 2: Base de datos.....	129
Anexo 3: Plano de viviendas de la muestra y seleccionadas.....	139

Anexo 4: Resultados de ensayo de esclerometría.....	140
Anexo 5: Cartilla de daños.....	141
Anexo 6: Cartilla de soluciones.....	142
Anexo 7: Fichas técnicas de productos mencionados.....	144

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Termohigrómetro digital y de pelo, respectivamente.....	11
Figura 2. Relación entre la resistencia la compresión y el número de rebote sobre una superficie de concreto húmeda y seca.....	12
Figura 3. Diagrama de rectángulos y de sectores.....	17
Figura 4. Sección de un terreno.....	23
Figura 5. Valores teóricos de humedades de equilibrio del ladrillo, mortero de cal y yeso.....	26
Figura 6. Vivienda con eflorescencia.....	29
Figura 7. Daños por criptoflorescencias.....	31
Figura 8. Criptoflorescencias.....	32
Figura 9. Humedad relativa % 01 feb 2015 - 31 ene 2016.....	36
Figura 10. Humedad relativa (%) y máximos y mínimos de temperatura (°C) ene 2015 - 31 dic 2016.....	36
Figura 11. Sistema McDrain.....	40
Figura 12. Paneles de bentonita sódica.....	41
Figura 13. Sellado de la barrera de vapor con cinta especial.....	42
Figura 14. Membrana Impermeable.....	42
Figura 15. Membrana Asfáltica Meganor.....	43
Figura 16. Barrera anticapilar.....	44
Figura 17. Ensamblaje de muro drenado.....	50
Figura 18. Revoque poroso.....	51
Figura 19. Canaleta sucia.....	52
Figura 20. Procedimiento de inyección hidrófuga.....	53
Figura 21. Inyecciones químicas en muros.....	53
Figura 22. Zócalo de mortero.....	54
Figura 23. Reforzamiento de columnas con SikaWrap®-600C.....	59
Figura 24. Sistema de electroósmosis para combatir la humedad ascendente.....	60
Figura 25. Proceso de cristalización en mortero.....	64
Figura 26. Corrosión electrolítica del refuerzo en concreto.....	65
Figura 27. Niveles de daños en una columna afectada por corrosión.....	66

Figura 28. Ítem I, pregunta N°.2.....	78
Figura 29. Porcentajes de la cantidad de viviendas con o sin humedad.....	79
Figura 30. Ítem I, pregunta N°.3.....	79
Figura 31. Porcentajes de los síntomas de humedad.....	80
Figura 32. Ítem I, pregunta N°.4.....	80
Figura 33. Porcentajes de la estructura más afectada.....	81
Figura 34. Ítem I, pregunta N°.5.....	81
Figura 35. Porcentajes de la habitación más afectada.....	82
Figura 36. Ítem I, pregunta N°.6.....	82
Figura 37. Porcentajes de la asesoría de algún profesional.....	83
Figura 38. Ítem III, pregunta N°.1.....	83
Figura 39. Porcentajes de técnicas o productos.....	84
Figura 40. Casos que se solucionaron.....	84
Figura 41. Porcentajes de casos que se solucionaron.....	85
Figura 42. Ítem I, pregunta N°.7.....	85
Figura 43. Porcentajes de interés de diagnóstico.....	86
Figura 44. Ítem IV, pregunta N°.1.....	86
Figura 45. Porcentajes de conocimiento de prevención.....	87
Figura 46. Fachada de la vivienda.....	88
Figura 47. Interior de la vivienda con mancha de humedad.....	88
Figura 48. Ensayo de esclerometría.....	89
Figura 49. Procedimiento de limpieza.....	90
Figura 50. Procedimiento previa inyección.....	91
Figura 51. Fachada de la vivienda.....	93
Figura 52. Vista aumentada de la mancha.....	93
Figura 53. Muro de la cochera con eflorescencia.....	93
Figura 54. Muro con mancha con formas circulares en dormitorio.....	94
Figura 55. Muro con mancha circular intensa en dormitorio.....	94
Figura 56. Muro con mancha circular en dormitorio.....	94
Figura 57. Muro de la figura 56 vista posterior.....	94
Figura 58. Columna afectada por la humedad.....	95
Figura 59. Colindancia con SS.HH.....	95
Figura 60. Muro de pasadizo.....	95
Figura 61. Acercamiento de la figura anterior.....	95
Figura 62. Muestras diluídas.....	96
Figura 63. Muestras 1 y 2 respectivamente.....	96
Figura 64. Medición con higrómetro de pelo.....	97

Figura 65. Gráfico con humedades relativas.....	97
Figura 66. Gráfico con interpolaciones en escala grafica para hallar humedades del mortero.....	97
Figura 67. Ensayo de esclerometría de zona sana.....	98
Figura 68. Ensayo de esclerometría de zona afectada.....	98
Figura 69. Medición de pH.....	99
Figura 70. Secado con calefactores.....	101
Figura 71. Mezcla de mortero y aditivo.....	102
Figura 72. Previa limpieza de acero.....	102
Figura 73. Aplicación del impermeabilizante.....	103
Figura 74. Lamina bituminosa en muro de ladrillo.....	104
Figura 75. Fachada de la vivienda.....	105
Figura 76. Piso con eflorescencia.....	106
Figura 77. Piso con eflorescencia, otra vista.....	106
Figura 78. Medición con higrómetro digital.....	106
Figura 79. Muestra de piso.....	107
Figura 80. Muestra 3 en conductividad.....	107
Figura 81. Ensayo de esclerometría de zona sana del piso.....	107
Figura 82. Ensayo de esclerometría de zona afectada del piso.....	107

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Humedad de equilibrio en algunos materiales de construcción.....	26
Tabla 2. Agresividad química del suelo de cimentación.....	34
Tabla 3. Constante de secado en algunos materiales de construcción.....	39
Tabla 4. Operacionalización de variables.....	72

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el Mapa de Peligros de la ciudad de Tacna (INDECI, 2004) los peligros de origen geológico-geotécnico de mayor incidencia en la ciudad de Tacna, distritos de Gregorio Albarracín, Pocollay, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Cercado y áreas de expansión urbanística, se dan por las razones siguientes: Falla por corte, falla por asentamiento del suelo, agresión del suelo al concreto y colapsabilidad de suelos.

Según este estudio en la zona norte del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa existe un caso particular acerca de los suelos de clasificación GP compuestos por gravas pobremente graduadas porque están fuertemente cementadas con sales, pero a su vez son colapsables en un rango moderado. Lo cual ha resultado con potencial de colapso 1.51% que sea considera como PROBLEMA MODERADO; con estas características se debe tener especial cuidado con los jardines, fugas de agua y desagüe.

Desde que Tacna comenzó a urbanizarse, originariamente motivado por el crecimiento poblacional y la presencia de migrantes, las personas han tenido la costumbre de construir sus viviendas sin realizar una evaluación técnica al terreno ni la opinión de profesionales, y más aún sin contar con la autorización del ente rector, en este caso la municipalidad. (Chevez, 2014). Por lo cual el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (s.f.) concluye que las construcciones en Tacna que están en su porcentaje mayor construidas en ladrillo de forma empírica conllevan a que parte de este porcentaje sea vulnerable a un evento sísmico de

intensidad media a baja. A los sismos se añade la posibilidad de las viviendas a padecer de diversas patologías como la humedad, salinidad, etc.

Según Beissier, una empresa española dedicada a la rehabilitación en construcción desde 1930, la humedad genera importantes daños estéticos y degrada los materiales, tanto en el interior como en el exterior de las viviendas como: aparición de mohos, hongos y musgo, manchas de humedad, ampollas y desconchamiento de la pintura, condensación, sales y eflorescencias, pérdida de consistencia, oxidación de armaduras de hormigón, etc.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2009) hay evidencia epidemiológica suficiente para concluir que los ocupantes de edificios con humedad están en riesgo de desarrollar síntomas del tracto respiratorio superior e inferior (incluidos la tos y el silbido al respirar), infecciones respiratorias, asma y exacerbación del asma.

Por todo lo dicho anteriormente, resulta peligroso vivir en viviendas afectadas por la humedad por razones como la aparición de mohos, ácaros, manchas en las paredes y hasta puede llegar a causar problemas respiratorios y también porque genera daños estéticos a la construcción y degrada sus materiales.

El propósito de la presente tesis es definir las principales causas de humedades, para posteriormente dar recomendaciones para prevenirlas desde el diseño y la construcción, y en su defecto, si ya existen dar las mejores recomendaciones para su debida reparación. Por lo tanto se realiza el Diagnóstico, Prevención y Reparación a viviendas de albañilería con problemas de humedad en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa de la Provincia de Tacna.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Interrogante principal

¿Cuál será el Diagnóstico, Prevención y Reparación en viviendas de albañilería con problemas de humedad en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa – Provincia Tacna – Departamento Tacna?

1.2.2. Interrogantes secundarias

- ¿Cuál serán las causas de la humedad en las viviendas de albañilería seleccionadas del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa?
- ¿Cuáles serán las mejores propuestas técnicas de dichas viviendas para su reparación?
- ¿Cuáles serán las recomendaciones para prevenir la humedad en nuevas viviendas de albañilería del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Según lo indicado en el planteamiento del problema, la OMS estableció que hay evidencia epidemiológica suficiente para concluir que los ocupantes de edificios con humedad están en riesgo de desarrollar síntomas del tracto respiratorio superior e inferior (incluidos la tos y el silbido al respirar), infecciones respiratorias, asma y exacerbación del asma. En la región de Tacna las Infecciones respiratorias agudas y otras enfermedades del sistema respiratorio tienen una incidencia alta de mortalidad de 15,2 % en comparación con otras enfermedades que no pasan del 6 %. (Ministerio de Salud, 2013).

Del mismo modo, la Dirección Regional de Salud (DIRESA) anotó que del distrito de Tacna de 4 333 casos de enfermedades respiratorias, el distrito de

Gregorio Albarracín Lanchipa contaba con 3 511, Calana con 2 987 y Alto de la Alianza con 2 579 casos. (DIRESA. 2015).

La humedad es un problema común constructivo, que afecta la estética de la vivienda, así como la estructura misma y la salud de los habitantes, es por esta razón que se busca contribuir; con los profesionales de ingeniería civil, técnicos en construcción y público en general, a la solución de este problema recurrente mediante el “Diagnostico, Prevención y Reparación en Viviendas de Albañilería con Problemas de Humedad en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa – Provincia Tacna – Departamento Tacna”, siendo elegido este Distrito ya que tiene el más alto índice de enfermedades respiratorias con respecto a otros (DIRESA. 2015). Con la presente tesis se pretende mejorar la calidad de vida de las personas involucradas con este problema.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Diagnosticar, prevenir y reparar viviendas de albañilería con problemas de humedad en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa – Provincia Tacna – Departamento Tacna.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las principales causas de la humedad y los factores que influyen en ella en las viviendas de albañilería seleccionadas del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa.

- Plantear las propuestas técnicas disponibles para la reparación de las viviendas de albañilería seleccionadas con problemas de humedad, del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa.
- Proponer recomendaciones para prevenir la humedad en nuevas viviendas de albañilería del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa.

1.5. CONCEPTOS BÁSICOS

- **Asentamiento:** Según Tarbuck & Lutgens (1999) un asentamiento o deslizamiento es una forma de inestabilidad gravitatoria que se caracteriza por el desplazamiento en un trecho relativamente corto a lo largo de una pendiente de una masa coherente de materiales poco consolidados o capas de roca.
- **Capilaridad:** es un fenómeno común que consiste en la ascensión de la humedad a través de los poros de los materiales de construcción. (Fundación Laboral de la construcción, 2006-2016).
- **Cerramiento:** Cosa que cierra o tapa cualquier abertura, conducto o paso. Dicho también entre los albañiles como, la división que se hace con tabique, y no con pared gruesa, en una pieza o estancia. En arquitectura, como aquello que cierra y termina el edificio por la parte superior. (Real Academia española, 2016).
- **Condensación:** Acción y efecto de condensar; es decir, convertir un vapor en líquido o en sólido. (Real Academia española, 2016).

-
- **Cubierta:** Se llama cubierta a la parte superior de la techumbre de los edificios y, por extensión, a la estructura sustentante de dicha techumbre. Su función principal es aislar el edificio del medio ambiente. (Fundación Laboral de la construcción, 2006-2016).

 - **Densidad:** se define como la razón entre la masa de una sustancia y su volumen. (Universidad de Zulia, 2016).

 - **Drenaje:** Acción y efecto de avenar una obra o terreno. (Fundación Laboral de la construcción, 2006-2016).

 - **Eflorescencia:** aparición de manchas blancas por presencia de sales. (Florentín & Granada, 2009).

 - **Gotera:** Filtración de agua a través de un techo. (Real Academia española, 2016).

 - **Higrométrico:** Dicho de un cuerpo, que varía sensiblemente de condiciones con el cambio de humedad de la atmósfera. (Real Academia española, 2016).

 - **Higroscópico:** que tiene la propiedad de absorber y exhalar la humedad según el medio en que se encuentra. (Real Academia española, 2016).

- **Hongo:** Ser vivo carente de clorofila, hojas y raíces, que se reproduce por esporas y vive parásito, sobre materias orgánicas en descomposición. (Real Academia española, 2016).

- **Humedad de equilibrio:** Es el contenido de humedad del sólido cuando se halla en equilibrio a una determinada presión parcial de vapor. Es la humedad que no se puede retirar del sólido. (Méndez Delgado, F., 2011).

- **Humedad relativa:** Es la relación entre la presión parcial del vapor de agua y su presión de vapor a la temperatura que se encuentra la mezcla. Se expresa en porcentaje y se representa por (HR). (Gooding, 2009).

$$HR = [pA/(ps)A] \times 100$$

- **Impermeabilizar:** que viene de impermeable, es decir impenetrable al agua o a otro fluido. (Real Academia española, 2016).

- **Moho:** Nombre de varias especies de hongos de tamaño muy pequeño que viven en los medios orgánicos ricos en materias nutritivas, provistos de un micelio filamentosos y ramificado del cual sale un vástago que termina en un esporangio esférico, a manera de cabezuela. (Real Academia española, 2016).

- **Mortero:** Cualquier material pastoso con consistencia suficiente que sirva para cubrir muros, tabiques y techos de un edificio. Antiguamente, se utilizaba un mortero a base de cal, arena, fibra y agua. Hoy día se emplea la mezcla del cemento Portland con arena y agua. (Peña, 2011).

- **Nivel freático:** Nivel de la capa de agua libre subterránea, presente en un determinado suelo. El nivel freático puede variar estacionalmente, a causa de las precipitaciones y la evaporación. (Fundación Laboral de la construcción, 2006-2016).

- **Paramento:** Un paramento es cada una de las caras de todo elemento constructivo vertical, como paredes o lienzos de muros. (Choisy, 2003).

- **Revoque:** Es el revestimiento de un elemento de construcción, hecho generalmente a base de mortero. (Giordani & Leone, s.f.).

- **Tensión superficial:** es la cantidad de energía necesaria para estirar o aumentar la superficie de un líquido por unidad de área. (Chang, 2010).

1.6. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La Organización Mundial de la Salud (2009), publicó la Guía sobre calidad de aire interior: humedad y moho. En éste, La OMS estableció que hay evidencia epidemiológica suficiente para concluir que los ocupantes de edificios con humedad están en riesgo de desarrollar síntomas del tracto respiratorio superior e inferior (incluidos la tos y el silbido al respirar), infecciones respiratorias, asma y exacerbación del asma. Por otra parte, el informe de la OMS determinó que hay evidencia limitada que sugiere una relación entre los edificios con humedad y la bronquitis y la rinitis alérgica, y que hay evidencia clínica que sugiere que la exposición al moho y otros agentes microbianos en los edificios con humedad puede aumentar el riesgo de desarrollar neumonitis por hipersensibilidad,

rinosinusitis crónica y sinusitis micótica alérgica. También establece la estimación de la carga de enfermedad según el factor relacionado con el ambiente que la causa en este caso: la enfermedad es el asma, la carga estimada un 20% de prevalencia y la causa; exposición en interiores a humedad, ácaros y alérgenos fúngicos.

El Reglamento Nacional de Edificaciones -Perú- (2006) menciona en el Título III, Capítulo II, Artículo 9: El uso de la edificación debe evitar la producción de humos, humedad, salinidad, corrosión, cambios de temperatura o malos olores, que puedan causar daños a las personas, a la propia edificación o a la de terceros. También se menciona en el TÍTULO III, III.1, NORMA A.020, Artículo 19: En caso de existir agua subterránea deberá preverse una solución que impermeabilice la superficie construida en contacto con el suelo, de manera que se evite el paso de la humedad del suelo por capilaridad. Las superficies exteriores de la cimentación expuestas a la acción del agua por riego de jardines o lluvia deberán estar protegidas e impermeabilizadas para evitar el paso del agua por capilaridad.

Se realizaron diversas investigaciones relacionados con el tema de la humedad en la construcción en tesis doctoral como: “Metodología de diagnóstico de humedades de capilaridad ascendente y condensación higroscópica, en edificios históricos” (García, 1995) en España.

En tesis de pre-grado, investigaciones como: “Patologías en la edificación de viviendas sociales, especialmente con la humedad” (Muñoz, 2004), “Humedad proveniente del suelo en edificaciones” (Fernández, 2008), “Recomendaciones para la prevención y solución de la humedad por condensación en viviendas en Chile” (Rivera, 2012) en Chile estas últimas, “Diagnóstico, Prevención y

Reparación de Humedades en Viviendas” (Dib, 2009) en México, “Influencia de la humedad en el deterioro de las viviendas del barrio obrero de la ciudad de Puyo, Cantón Pastaza, provincia de Pastaza” (Ortiz, 2011) en Ecuador.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO CIENTÍFICO

2.1. DIAGNÓSTICO DE HUMEDAD EN VIVIENDAS

2.1.1. Definición

En una edificación o en un conjunto urbano, para llevar a cabo cualquier intervención constructiva es necesaria que sea realice sobre la base de un diagnóstico previo que en términos generales consiste en determinar la naturaleza de una lesión o patología mediante la observación de sus síntomas según el Diccionario de la Real Academia Española, esta brindará al interesado la mayor cantidad de información sobre la edificación, sus principales deterioros, las causas, mecanismos de actuación, evolución y posibles tratamientos a emplear para su reparación. (Chávez & Álvarez, 2005).

2.1.2. Método de diagnóstico general

Según Monjo (1997) y Broto & Soria (2005) el estudio patológico en la construcción tiene tres fases importantes:

- La observación visual in situ consiste en: detectar la lesión, identificar la lesión y aislar lesiones.
- La toma de datos que implica toma de muestras, fotografías, localización de la lesión, ensayos, etc.

- El análisis del proceso patológico en el que se define las causas directas o indirectas.

El diagnóstico de humedad y sus síntomas se apoyará de los equipos y métodos:

2.1.2.1. Equipos

A. Higrómetros: Son aparatos que miden la humedad relativa del aire. Una forma de medir en forma directa la humedad relativa es a través de un higrómetro. Este instrumento está basado en la propiedad de algunos materiales (cabello humano, algodón, seda, papel, etc.) de cambiar su dimensión física dependiendo de la humedad relativa del aire. Cuando el aire está seco las células del cabello están juntas unas a otras, pero cuando el aire está húmedo los espacios entre las células absorben vapor y el cabello aumenta de grosor y longitud. Este alargamiento es el que se usa para medir la humedad. (Meruane & Garreaud, 2006).

Los aparatos que combinan la lectura de temperatura y humedad del aire se denominan termohigrómetros. (García, 1995).



(a)

(b)

Figura 1. Termohigrómetro digital y de pelo, respectivamente.

Fuente: (a) Kossodo S.A.C. (2017), (b) Inversiones Hualix Perú (2017).

B. Esclerómetro: Se usa en la determinación del número de rebote del concreto endurecido. El procedimiento es aplicable para determinar la uniformidad del concreto en sitio, delinear regiones en una estructura de una calidad menor o con el concreto deteriorado, y estimar la resistencia del sitio. En este ensayo se comprobará el alto grado de agresión producido por la humedad y las eflorescencias. (ASTM C 805).

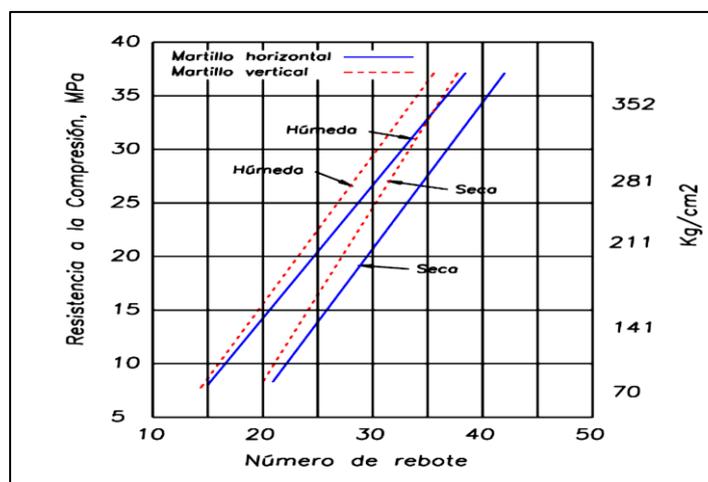


Figura 2. Relación entre la resistencia la compresión y el número de rebote sobre una superficie de concreto húmeda y seca.

Fuente: Céspedes. (2003).

C. Analizador de Ph: El analizador de pH se utiliza para determinar la concentración de iones del gas hidrógeno $[H^+]$ en una disolución. Este equipo permite realizar mediciones de la acidez de una solución acuosa, siempre que el mismo sea utilizado de forma cuidadosa y se ajuste a procedimientos plenamente comprobados. A los analizadores de pH se les denomina, además, pH metros,

monitores de pH o potenciómetros. (López, 2012). Con este instrumento se medirá el Ph del concreto.

D. Cámara Fotográfica: Para la inspección visual.

E. Espátula, cincel, martillo y recipiente: Para la toma de muestras de mortero y concreto.

F. Encuesta: De acuerdo con García Ferrando (1993), una encuesta es una investigación realizada sobre una muestra de sujetos representativa de un colectivo más amplio, que se lleva a cabo en el contexto de la vida cotidiana, utilizando procedimientos estandarizados de interrogación, con el fin de obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de características objetivas y subjetivas de la población. Con encuestas podemos conocer opiniones, actitudes, creencias, intenciones de voto, hábitos sexuales, condiciones de vida, etc.

El Procedimiento general de una encuesta según Pulido (1971) utiliza 5 pasos para realizar una encuesta:

- a) La población y la unidad muestral
 - Población. Es el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación. "El universo o población puede estar constituido por personas, animales, registros médicos, los nacimientos, las muestras de laboratorio, los accidentes viales entre otros". (Pineda, de Alvarado & de Canales, 1994). En nuestro campo pueden viviendas u otras edificaciones.
 - Muestra. Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación. Hay procedimientos para obtener

la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas, lógica y otros que se verá más adelante. La muestra es una parte representativa de la población. (López, 2004).

b) Selección y tamaño de la muestra

Según Aguilar (2005) para definir el tamaño de la muestra se utiliza la fórmula para población finita (cuando se conoce el total de unidades de observación que la integran):

$$n = \frac{N \times Z^2 \times P \times Q}{\varepsilon^2 \times (N - 1) + Z^2 \times P \times Q}$$

Dónde:

P = proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia.

Q = proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1-P). La suma de la P y la Q siempre debe dar 1.

Z = valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal.

Llamado también nivel de confianza

N= tamaño de la población

n = tamaño de la muestra

ε = nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio.

c) El material para realizar la encuesta

Una vez establecido el contexto teórico del trabajo, los objetivos, las hipótesis, las variables que nos interesa medir y las muestras sobre las que vamos a recabar la información, ha llegado la hora de redactar las preguntas que utilizaremos para obtener dicha información y que conformarán nuestro cuestionario.

El cuestionario es el instrumento básico empleado para la recogida de información. Consiste en un listado de preguntas pre-determinadas que, con el objeto de facilitar la posterior codificación, suelen responderse mediante la elección de una opción concreta de entre todas las que se ofrecen (lo que se llaman preguntas cerradas). (Begoña & Quintanal, s.f.).

Según García (2003) hay varios tipos, los que se utiliza en la encuesta de la tesis son:

- Cuestionario con preguntas cerradas y abiertas.

Las cuestiones cerradas ofrecen al usuario que va a ser evaluado todas las alternativas posibles, o al menos todas aquellas que mejor responden a la situación que deseamos conocer. El sujeto no tiene sino elegir alguna o algunas, poniendo una señal convenida: una cruz, rodear con un círculo, subrayar. Suelen ser preguntas con la opción afirmativa y negativa, y, a veces, no sé/sin opinión.

Ejemplo nº 1:

¿Tiene en su domicilio acceso a Internet? Sí () No ()

En otras ocasiones las preguntas están categorizadas. Al usuario se le da a elegir entre un abanico de opciones.

Ejemplo n° 2:

¿Cuántos habitantes tiene la ciudad donde vive?

Menos de 2.000. () De 2.001 a 5.000 () De 5.001 a 10.000 ()

- Cuestionario de preguntas directas e indirectas.

Ejemplo n° 3

¿Aprovecha Vd. las explicaciones teóricas que le ofrece su monitor en el curso?

- d) Organización del trabajo de campo

Trata de cuál será el procedimiento de aplicar la encuesta, en esta tesis será en modo personal (cara a cara), el cuestionario se administra mediante entrevista personal a cada uno de los individuos incluidos en la muestra. Al ser el entrevistador quien plantea las preguntas y registra las respuestas. (Begoña & Quintanal, s.f.).

- e) Tratamiento estadístico

Según Gorgas, Cardiel & Zamorano (2011), El objeto de nuestra medida pueden ser caracteres de tipos muy diversos. Entre ellos caracteres cuantitativos y cualitativos, este último describe a los datos de la encuesta de la presente tesis. También llamados atributos, son aquellos que no podemos representar numéricamente y describen cualidades. Por ejemplo, síntomas de humedad, estructura afectada, etc.

a. De las medidas de centralización que podemos aplicar en caracteres cualitativos es:

- Moda: Se define la moda M_o de una muestra como aquel valor de la variable que tiene una frecuencia máxima. En otras palabras, es el valor que más se repite.

b. Distribución de frecuencias y representaciones gráficas

El diagrama de rectángulos consiste en representar en el eje de abscisas los diferentes caracteres cualitativos y levantar sobre cada uno de ellos un rectángulo cuya altura sea la frecuencia (absoluta o relativa) de dicho carácter. Un diagrama muy usado es el diagrama de sectores. En él se representa el valor de cada carácter cualitativo como un sector de un círculo completo, siendo el área de cada sector, o, lo que es lo mismo, el arco subtendido, proporcional a la frecuencia del carácter en cuestión.

Frecuencia relativa

$$f_i = \frac{n_i}{N}$$

Fórmula del ángulo

$$\alpha = f_i \times 360^\circ$$

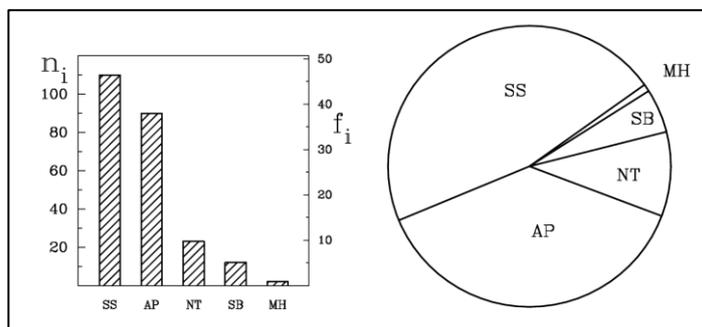


Figura 3. Diagrama de rectángulos y de sectores.

Fuente: Gorgas, Cardiel & Zamorano. (2011).

f) Análisis e interpretación de resultados

En cual se detallará los resultados obtenidos de acuerdo a los pasos anteriores.

2.1.2.2. Métodos

- A. Medición de la alcalinidad del hormigón (pH): La alcalinidad de la pasta cementada endurecida es normalmente superior a 12 y muy menudo en exceso de 12,5 debido a la presencia de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y álcalis. El acero de refuerzo es pasivado en hormigón contra la corrosión cuando el pH es mayor que 10. Cuando el pH es deprimido por debajo de 10 debido al ataque de carbonatación y / o cloruro, aumenta la vulnerabilidad del acero a la corrosión; Por debajo de un pH 8 el acero está claramente en corrosión. (Al-Ostaz, 2004).
- B. Ensayo de verificación de sales por conductividad: Según Álvarez et al. (2005) la conductividad es la medida de la capacidad que tiene un material para conducir la corriente eléctrica, en el suelo la conductividad se encuentra estrechamente ligada a la concentración de sales solubles presentes. Esta comprobación de sales en una sustancia en agua se puede medir a través un aparato con un foco de no más de 15 watts.
- C. Verificación de la humedad en materiales de acuerdo a la escala Grafica de valores teóricos de humedades de equilibrio del ladrillo, mortero de cal y yeso de la Figura 5. Con esta escala se relacionara la humedad relativa del ambiente con la de los materiales para obtener la humedad en nivel de peligrosidad.

2.1.3. La humedad como patología

Dentro de los procesos patológicos que pueden afectar a un edificio, un apartado importante es el relacionado con las “humedades”, entendidas éstas como la existencia no deseada en los materiales o en los elementos constructivos de un contenido de agua superior al correspondiente al de equilibrio hídrico con su entorno.

Las humedades no sólo inciden en las condiciones de salubridad y confort de los edificios, sino que pueden llegar a afectar a las condiciones de servicio. Por otra parte, el agua interviene en muchos otros procesos patológicos que pueden afectar a la durabilidad de los materiales y, por extensión, de las estructuras y elementos constructivos (corrosión, disgregación, pudrición, eflorescencias, etc). Piñeiro, Gutiérrez & Asenjo (2006).

Un material poroso es el que tiene muchos espacios vacíos en su interior, mientras que uno no poroso contiene muy pocos. Los primeros absorben y permiten la penetración del agua con relativa facilidad, mientras que, en general, los segundos, si no tienen defectos, son impermeables al agua. (Broto & Soria, 2005). Es evidente que cuando más poroso es un material mayor capacidad tiene de absorber un líquido interiormente. (Jiménez, 2003).

Otro factor muy importante para que el agua pueda penetrar y quedar contenida en un material es la calidad de su superficie, ya que algunas son muy fáciles de mojar y otras casi imposible. Así, debido a las características de su superficie, el concreto absorbe el agua con mucha más facilidad que el mármol o el vidrio, en cuyo interior es casi imposible que penetre el agua. Por otro lado, en los materiales no coherentes, como las arenas y las gravas, además del agua que

puede contener el material en su interior, hay o puede haber una cantidad de agua retenida en la superficie del mismo. La razón es la adherencia que se establece entre el agua y el material a causa de la tensión superficial. Una prueba de ello la encontramos en el transporte de la arena en camión, durante el cual se produce una pérdida de agua debida a que, entre otras cosas, la vibración rompe ese juego de fuerzas adherentes. (Broto & Soria, 2005).

2.1.4. Tipos de humedades en edificaciones

La humedad puede llegar por diferentes caminos: Por vía exterior en el caso de lluvia, nieve, atmósferas muy hidratadas o terrenos húmedos; o por vía interior, principalmente a causa de la capilaridad que ofrecen muros, tejados y suelos, por las labores de limpieza y por la respiración humana. (Guichen, 1984). Y entre otros, que describiremos a continuación:

2.1.4.1. Humedad por gravedad o de lluvia:

La humedad por gravedad tiene su origen en defectos de impermeabilización de las cubiertas del edificio, en donde pueden formarse pequeños embalses como consecuencia de lluvias intensas, sobre todo cuando existen defectos en el sistema de evacuación de las aguas pluviales. El agua retenida, antes de secarse por el aire y la acción solar, puede filtrar una parte a través de fisuras y pequeñas grietas, por donde conecta con la red capilar de la estructura y desciende a los pisos inmediatos. En otras circunstancias las vías de acceso son lo suficientemente importantes como para permitir que el agua caiga directamente, sin necesidad de recurrir a la capilaridad. Este es el caso de las goteras, cuya presencia indica la existencia de fallos en las cubiertas. (Condemarin, 2000).

El agua, en el caso de los cerramientos, al incidir sobre estos va saturando sus poros desde el exterior al interior. Cuando la superficie exterior está saturada, el agua empieza a escurrir de forma continua sobre la cara del paramento (lámina escurrida), y se produce la evacuación de un porcentaje del agua de precipitación por esorrentía superficial. La lámina escurrida se desplaza y humedece otras zonas de las fachadas. El tiempo de aparición y la extensión alcanzada dependen de factores como la porosidad de los materiales, su capacidad de absorción de agua, el diseño y textura de las fachadas, la intensidad de la lluvia, etc. (León Vallejo, 1990).

La lluvia provoca la sulfatación: es el resultado de la acción del SO₂ que contiene el aire, a través de las lluvias ácidas sobre el hormigón. En la actualidad se ha demostrado que el deterioro es superficial, con una profundidad máxima de 5 mm (Beissier, s.f.).

A. Método de Diagnóstico:

Se debe establecer, del mejor modo, una relación causa-efecto por la investigación de hechos o circunstancias concurrentes antes o después de la aparición de la lesión. Establecer el carácter periódico o permanente; la relación con fenómenos naturales y en función de su situación, de la procedencia del agua y del camino seguido por ésta. Así tenemos humedades por filtración en cubiertas planas, en cubiertas inclinadas o en fachadas. (Calama & Canivell, s.f.).

2.1.4.2. Humedad accidental

Es causada por alguna situación inesperada, accidental e imprevista como la rotura de cañerías, defectos de diseño, defectos de construcción o falta de mantenimiento. En general son todas aquellas humedades que no se pueden

clasificar en alguno de los otros tipos. Por ejemplo: el descuido de las personas en fregar pisos con excesos de agua, también se considera como humedad accidental. (Cámara Chilena de la Construcción, 2011). Es importante destacar que aunque resuelta la avería en sí, la dificultad en la evaporación produciría una retención del agua absorbida. (García, 1995).

A. Método de Diagnóstico:

Se manifiestan sobre la pared o el techo afectado en forma de aureolas concéntricas que se agrandan a medida de que el agua se acumula. (Eroski Consumer, s.f.).

2.1.4.3. Humedad por capilaridad o suelo

Según Jiménez (2003) esta humedad puede ser debida a que los materiales absorben el agua del terreno a través de la cimentación o muros. Las humedades de remonte capilar pueden ser permanentes cuando el nivel freático del terreno está muy alto, o pueden ser temporales o accidentales cuando están relacionadas con las condiciones meteorológicas (suelen aparecer en invierno y secarse en verano).

Los poros del suelo están llenos de aire y agua. Analizando el corte del terreno se distinguen tres estados diferentes (figura 4):

- En un caso extremo todos los poros están llenos de aire, es decir, el suelo está totalmente seco.
- En otro caso límite los poros están completamente llenos de agua, por ejemplo, en suelos situados bajo la capa freática (suelo saturado).

- En el estado intermedio los poros están ocupados en parte por el aire y en parte por el agua. Éste es el caso de los suelos situados por encima de una capa freática (suelos semisaturados). (Jiménez, 2003).

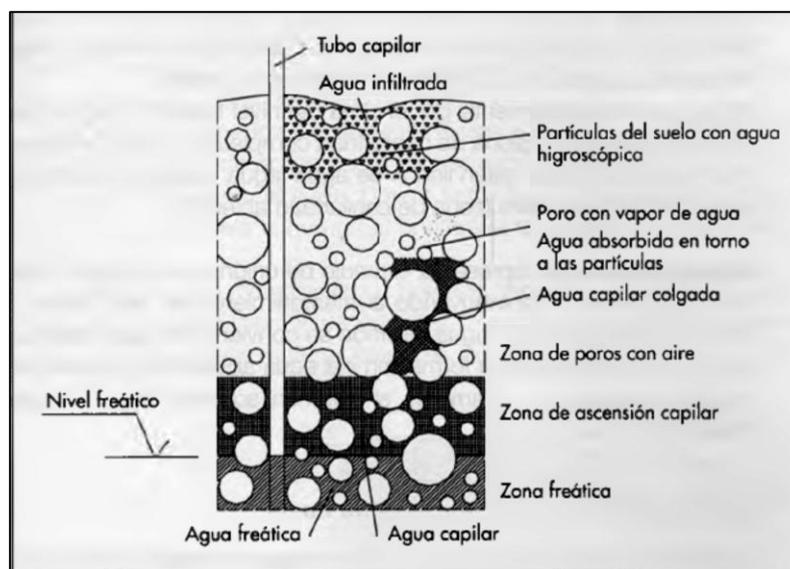


Figura 4. Sección de un terreno.

Fuente: Jiménez (2003).

El nivel freático varía ligeramente dependiendo de las lluvias y de la estación del año, pero en general su profundidad es más o menos regular, por lo mismo se recomienda construir en partes altas y no en hendiduras del terreno, ya que éstas se encuentran más cerca de la capa freática. Un mal sistema de drenaje, mala evacuación de aguas lluvias (cerca de los cimientos) y riego de jardines, son causas comunes de exceso de humedad en el suelo aledaño a los cimientos. (Cámara Chilena de la Construcción, 2011).

A. Método de Diagnóstico:

Un método sencillo y casero para diferenciar este y otro problema consiste en situar una hoja de papel de aluminio doméstico, de 25 x 25 cm, aproximadamente,

en el muro húmedo y fijarlo con ayuda de una cinta adhesiva, sellando completamente los cuatro bordes en toda su longitud; se mantiene la hoja sin tocar durante un mínimo de 3 días, pasados los cuales puede despegarse y observar la cara interna. Si la cara interna está húmeda, el muro tiene penetración de agua de uno u otro tipo (por capilaridad proveniente del suelo); si la cara en contacto con el muro permanece seca, y en cambio la cara exterior está húmeda, se trata de un problema de condensación. (Jiménez, 2003).

Estadísticamente la humedad de suelo, aparece más en las zonas bajas de los edificios (sótanos, muros de contención...) y en la proximidad de instalaciones húmedas. En el arranque de los muros desde el terreno, la humedad asciende por el interior del espesor del cerramiento o por su exterior, produciéndose en el segundo caso un fenómeno capilar superficial, que puede incluso limitarse al acabado exterior. (Calama & Canivell, s.f.). Este tipo de humedad puede manifestarse también por la aparición de manchas salinas en la superficie de evaporación o por el desprendimiento de los revestimientos. (Peñaranda, 2011).

2.1.4.4. Humedad de construcción o de obra

Para definir la humedad de construcción es necesario conocer antes las características físico-químicas de los materiales en la impermeabilidad de los edificios. Según Rojas (2005), éstas son las que tienen que ver con la resistencia al desgaste por acción de la intemperie (sol, lluvia, contaminación), por el uso (fricción, edad, etc.) y por los movimientos propios del edificio.

Tenemos:

- Dureza: Resistencia al desgaste.

- Tenacidad: Resistencia a los golpes.
- Durabilidad: Aptitud para resistir a los agentes dañinos, atmosféricos, químicos (agua, oxígeno, ácidos, etc), orgánicos (líquenes, musgos, hongos, etc), físicos (calor, frío, hielo, etc).
- Permeabilidad: Capacidad para dejarse atravesar por ciertos líquidos.
- Higroscopicidad: Capacidad de absorción de agua.
- Densidad: Relación de peso con un volumen de agua.

La humedad de construcción o humedad de obra es la humedad aportada durante el proceso de ejecución de la obra que no se ha dejado secar convenientemente y, por el contrario, se le ha aplicado un revoque o terminación superficial que, actuando de barrera, ha dificultado su evaporación. (Barbosa, 2013).

Es importante conocer la humedad de equilibrio de los materiales que consiste en que todo material posee un cierto poder higroscópico, es decir que es capaz de intercambiar agua con el aire que tiene a su alrededor.

Los materiales van cediendo a la atmósfera buena parte del agua que han adquirido durante la construcción del edificio. La velocidad de evaporación del agua contenida en estos, pasa por dos fases: secado superficial y secado de los poros internos. Es entonces cuando la velocidad de evaporación es nula. Ver tabla 1. Conocer esta problemática es importante porque la alteración de la humedad de equilibrio de los materiales es una frecuente causa de aparición de humedades de obra. (Broto & Soria, 2005).

MATERIAL	HUMEDAD DE EQUILIBRIO [% según su peso]
Madera	15,0-18,0
Mortero de cal	5,0-6,0
Mortero de cal-cemento	4,0-4,5
Mortero de cemento (1:3)	3,6-4,2
Mortero de cemento (1:4)	3,2-4,0
Mortero de cemento (1:6)	3,0-3,6
Ladrillo cerámico	1,8-2,1
Yeso	0,9-1,15

Tabla 1. Humedad de equilibrio en algunos materiales de construcción.

Fuente: Broto & Soria (2005).

Ortega (1985), también describe una relación en escala sobre la humedad de equilibrio de los materiales con respecto a la humedad relativa del ambiente.

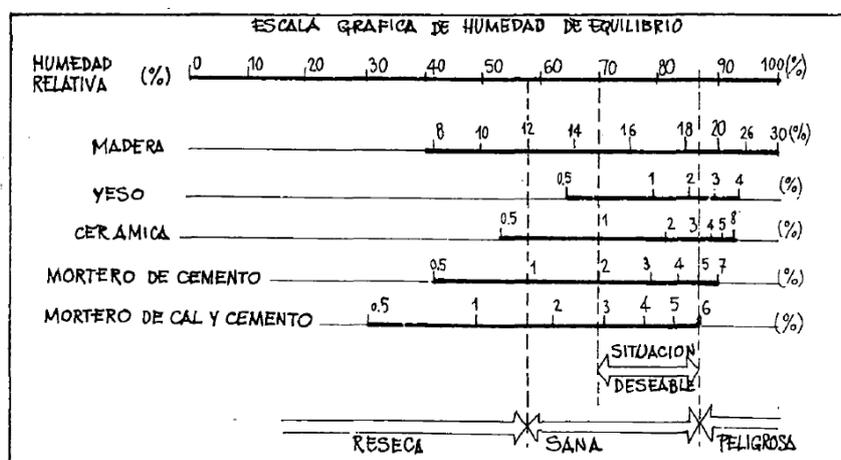


Figura 5. Valores teóricos de humedades de equilibrio del ladrillo, mortero de cal y yeso.

Fuente: Ortega (1985).

A. Método de Diagnóstico:

Este tipo de humedad hemos de descartarla en edificios no recientes, puesto que sólo puede aparecer al terminar la obra. Como medida general, deberíamos asegurar que el cerramiento se mantiene seco durante 30 días después de terminado el secado y a pesar de seguir el local en uso o en nuevo período de lluvias. Sólo entonces podremos afirmar que la humedad lo era de obra. (Monjo, 1997).

2.1.4.5. Humedad de condensación

Según Condemarin (2000) la condensación se produce por la comunicación permanente de los ambientes externos, con los internos del edificio, establecida por intermedio de la porosidad que tienen los materiales con que fue construida su estructura, los muros y las cubiertas, cuyo contacto busca alcanzar el equilibrio higrométrico entre ambos factores.

Por otra parte, también los ambientes interiores pueden generar su propia humedad de condensación, generalmente como consecuencia de una ventilación deficiente. El fenómeno es tanto más acusado cuando el recinto es pequeño y no dispone de un volumen mínimo para absorber las aportaciones de vapor de agua de la transpiración y la respiración humana, así como las procedentes de las plantas de interiores, calefacción a parafina o gas de llama directa o catalítica, etc. (Condemarin, 2000). Dado que las bajas temperaturas favorecen este tipo de humedad, ésta se presenta en forma estacional, preferentemente en invierno y en ambientes húmedos como cocinas, baños, lavaderos o lugares mal ventilados.

(Fernández, 2008). Estos, podrían aportar una humedad media 2,4 litros de vapor de agua por día. (Beissier, s.f.).

Según Monjo (1997) a la humedad del terreno se le asocia la condensación higroscópica, cuya causa es la presencia de sales higroscópicas en el interior de los poros del material. Se trata, por su localización, de una condensación intersticial, pero conviene distinguirla de ésta a los efectos de su reparación ya que no nos preocupará tanto el aislamiento o la presión de vapor de agua como la eliminación de las sales higroscópicas que causan la acumulación del vapor de agua y su condensación. La presencia de dichas sales suele ser consecuencia de su disolución y arrastre por anteriores humedades de capilaridad o de filtración. Los poros superficiales de los materiales de acabado son especialmente propicios a la cristalización de estas sales cuando se produce la evaporización del agua contenida en ellos.

A. Método de diagnóstico:

Un método sencillo y casero para diferenciar este y otro problema consiste en situar una hoja de papel de aluminio doméstico, de 25 x 25 cm, aproximadamente, en el muro húmedo y fijarlo con ayuda de una cinta adhesiva, sellando completamente los cuatro bordes en toda su longitud; se mantiene la hoja sin tocar durante un mínimo de 3 días, pasados los cuales puede despegarse y observar la cara interna. Si la cara interna está húmeda, el muro tiene penetración de agua de uno u otro tipo (por capilaridad proveniente del suelo); si la cara en contacto con el muro permanece seca, y en cambio la cara exterior está húmeda, se trata de un problema de condensación. (Jiménez, 2003).

2.1.5. Síntomas

Son aquellos síntomas que nos permitirán definir cuál es el diagnóstico, se definen los siguientes:

2.1.5.1. Eflorescencias: La causa directa de la eflorescencia, es la migración de una solución salina a través del sistema capilar del conjunto ladrillo - mortero y la acumulación de las sales solubles en la superficie expuesta, donde se produce una evaporación relativamente rápida. En las zonas de máxima evaporación precipitan las sales cuando la solución sobrepasa su concentración de saturación, dando origen a las manchas conocidas como eflorescencias. Definimos por lo tanto las eflorescencias como manchas producidas por la cristalización de sales solubles en la superficie de la estructura. (Fombella, 1997). Estas sales pueden provenir del agregado, cemento, aditivos químicos, ladrillos, reacciones ladrillo-mortero, aditivos y del suelo. (Osuna, 1998). Ver figura 6.



Figura 6. Vivienda con eflorescencia

Fuente: Arquitectura y empresa. España. (2017).

Al evaporarse el agua, las sales, en su mayoría son nitratos, sulfatos de calcio y magnesio y carbonatos, cristalizan y se depositan en la superficie del muro. Los sectores más afectados por este tipo de problema son aquellos que poseen agua “dura”, es decir, con alto contenido de iones de calcio y magnesio debido al agua empleada en riego de jardines o utilizada durante la construcción. (Fernández, 2008).

En resumen, Mora (1974) sintetiza en cinco las fuentes de origen y composición de las sales disueltas:

1. Las sales pueden existir o ser formadas en los actuales materiales de construcción, o resultar de su descomposición (por ejemplo, ladrillos que han permanecido enterrados algún tiempo en el suelo. Las sales producidas así son: Carbonato cálcico, sulfato sódico, sulfato potásico, sulfato cálcico, sulfato magnésico, y silicatos.
2. Pueden provenir también del terreno (Nitrato sódico, potásico, cálcico). Se forman en el terreno como resultado de la acción de algunos microorganismos sobre los componentes orgánicos de nitrógeno, transformándolos en amoníaco, que mediante diversas oxidaciones pasa a ácido nítrico, que ataca los constituyentes del suelo convirtiéndolos en nitratos. También puede absorberse el nitrógeno en el terreno por precipitaciones, por acción de las bacterias nitrificantes, o por las bacterias de las raíces.
3. Algunas sales pueden estar presentes en el aire (cloruro sódico en atmósfera marina).
4. Pueden también provenir de los animales: excrementos.

5. Por último, se pueden producir por residuos de materiales empleados en otras épocas con idea de conservación (sulfato cálcico, silicatos...)

2.1.5.2. Criptoeflorescencias: Proceso cuyo síntoma visible, consiste en la aparición de manchas, generalmente blanquecinas acompañadas de una erosión superficial, desconchados o desprendimientos de capas (que pueden ser de ladrillo de unos milímetros), en cualquier punto de la superficie exterior de fachadas, donde se haya producido algún tipo de humedad. Esto indica que una importante lixiviación está ocurriendo en el concreto. (Instituto Valenciano de la Edificación, s.f.). Ver Figura 7.

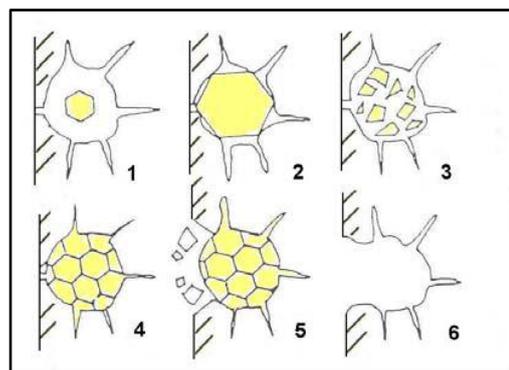


Figura 7. Daños por criptoeflorescencias.

Fuente: Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de Valencia (s.f.).

Descripción de la Figura 7.

- 1.- Formación de sales en el interior del poro.
- 2.- Crecimiento del cristal en el interior.
- 3.- Fracturación del cristal.
- 4.- Continuación del crecimiento de las partículas.

5.- Rotura del poro por las fuerzas de cristalización.

6.- El viento y la lluvia eliminan los restos de arena que se formaron y quedaron en el exterior.



Figura 8. Criptoeflorescencias.

Fuente: Engenharia Civil. Brasil. (2017).

2.1.5.3. Hongos y mohos: Según los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CCPEEU, 2003) el moho crece mejor en condiciones cálidas, mojadas y húmedas, estas favorecen su crecimiento. La exposición a los mohos en estas personas puede causarles síntomas como congestión nasal, irritación de los ojos o resuello.

2.1.6. Factores que contribuyen al problema de humedad: Según Jiménez (2003).

2.1.6.1. Emplazamiento o ubicación.

A. El tipo de terreno: Es importante entender la interacción que se establece entre suelos, fundaciones y estructuras, así podemos afirmar que en edificios de menor porte, de una o dos plantas, los suelos actúan sobre

las estructuras, en cambio en aquellos de mayor envergadura, varios niveles, la construcción actúa sobre los suelos. Conociendo la relación directa que se establece entre ambos, no podemos solo preocuparnos por la tensión admisible del suelo, sin detenernos a analizar cómo afecta la humedad u otras fuerzas. Tanto la resistencia como la deformabilidad del terreno no son constantes y pueden ser afectadas entre otras, por causas como: modificaciones en el contenido de humedad, actividades de la construcción en áreas próximas a la obra, deterioro de los materiales por acciones químicas, etc. (Florentín & Granada, 2009).

Según el Mapa de Peligros de la ciudad de Tacna (INDECI, 2004) el Distrito Gregorio Albarracín en su mecánica de suelos está identificado por dos zonas geotécnicas:

- ZONA IV, conformada por suelos de clasificación GP compuestos por gravas pobremente graduadas que presenta valores de microtemores de 0.10 Hz, presiones admisibles del suelo de 3.41 Kg/cm² a 4.50 Kg/cm², potenciales de colapso que varían del 0.24% al 1.51%, en esta zona se esperan asentamientos que varían de 1.47 cm a 1.62 cm. Esta zona abarca la zona norte del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa como. El Morro, Asociación de Vivienda 3 de Diciembre, Alfonso Ugarte I, II y III, Las Begonias, San Francisco, Las Américas, Villa Héroes del Cenepa. En esta zona existe un caso particular acerca de las gravas porque están fuertemente cementadas con sales, pero a su vez son colapsables en un rango moderado.

- ZONA V, conformada por suelos de clasificación GW compuestos por gravas bien graduadas, capacidades portantes que varían de 3.50 Kg/cm² a 3.62 Kg/cm², valores de potencial de colapso que varían de 0.48% a 0.50%. Los asentamientos que se esperan en este suelo son de 1.09 cm a 1.22 cm. Esta zona abarca gran parte del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa como la Asociación de Vivienda Villa Magisterial, Vista Alegre, INADE, Caplina II, San Agustín. Esta es una zona que no presenta mayores problemas geotécnicos.

Según la tesis “Estudio de Zonificación geotécnica de suelos en Gregorio Albarracín” realizada por Berrios & Lizano (2009), el contenido de sales solubles de distintas zonas del distrito se encuentran en el rango de 10 000 a 17 000 por lo tanto están en el estado severo en cuanto a sulfatos y en total de sales solubles perjudicial de acuerdo a la tabla:

PRESENCIA EN EL SUELO	CONCENTRACIÓN (mg/L)	GRADO DE ALTERACIÓN	OBSERVACION
	0- 1000	Leve	
Sulfatos	1 000 - 2 000	Moderado	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación.
	2 000- 20 000	Severo	
	> 20 000	Muy severo	
Cloruros	> 6 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras v elementos metálicos.
Sales solubles Totales	> 15 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de perdida de resistencia por lixiviación.

Tabla 2. Agresividad química del suelo de cimentación

Fuente: Adaptado de Condori (2012).

B. Las condiciones climáticas: Se encuentra una fuerte correlación entre la aparición de eflorescencias y factores climáticos tales como baja temperatura y alta humedad relativa ambiente. Por esto, las eflorescencias tienen una mayor tendencia a aparecer en otoño e invierno, luego de lluvias. (Salazar, 2013).

Según Ugarte (s.f.) los climas se definen en función de la temperatura y de la humedad.

En función de la T se distinguen 4 categorías:

1. Frío, para T medias menores de 10°C.
2. Templado, para T medias anuales comprendidas entre los 10 y los 20 grados
3. Caliente, para T medias anuales comprendidas entre 20 y 30 grados
4. Muy caliente, para T medias anuales superiores a 30 grados

En función de la humedad, se distinguen dos categorías:

- ✓ Seco, para una humedad relativa inferior a 55 %.
- ✓ Húmedo, para una humedad relativa superior a 55 %.

a. Humedad relativa de Tacna

Debido a que la humedad relativa del medio ambiente en los meses de mayo a noviembre está por encima de 85 % como los registrados en la estación meteorológica del aeropuerto Carlos Ciriani (469 m.s.n.m.), el más cercano al distrito, las viviendas son más propensas a ser afectadas por la humedad de ambiente.

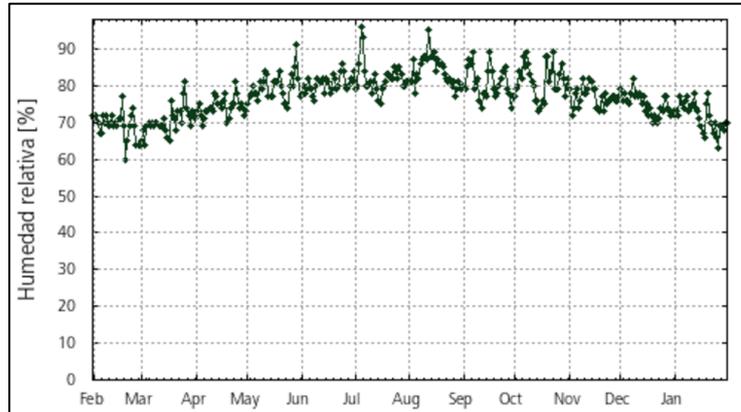


Figura 9. Humedad relativa % 01 feb 2015 - 31 ene 2016.

Fuente: Weather Online (2016).

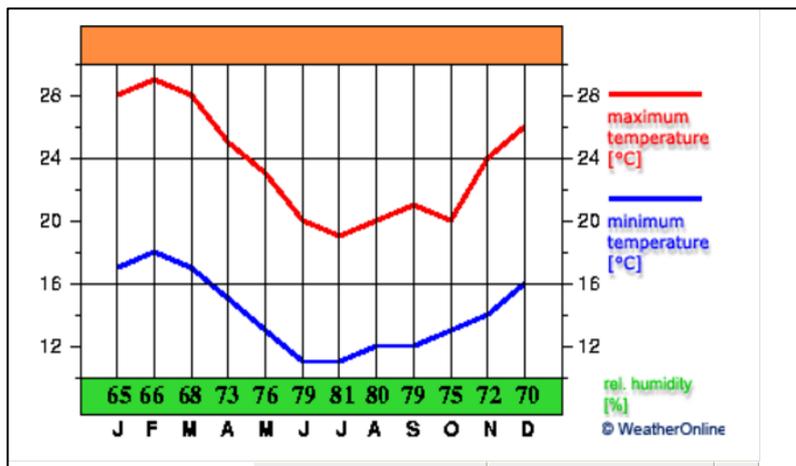


Figura 10. Humedad relativa (%) y máximos y mínimos de temperatura (°C) ene 2015 - 31 dic 2016.

Fuente: Weather Online (2016).

2.1.6.2. Construcción

Según Piñeiro Martínez de Lecea, Gutiérrez Jiménez & Asenjo Monjín (2006) las humedades pueden aparecer por problemas en las diferentes fases del proceso constructivo:

A. Etapa de proyecto:

- Adopción de soluciones inadecuadas, no adaptada a las condiciones del entorno.
- Ausencia de detalles de unión, del trazado de instalaciones y canalizaciones, etc.
- Incompatibilidades entre materiales o con el ambiente al que quedarán expuestos.

B. Etapa de ejecución:

- Errores de replanteo.
- Incumplimientos de la normativa o las condiciones de puesta en obra.
- Modificaciones de proyecto.
- Cambios en los materiales.

C. Etapa de uso y mantenimiento:

- Ausencia de mantenimiento (de las instalaciones de evacuación, sustitución de materiales al final de su vida útil).
- Acciones indebidas sobre los materiales y elementos constructivos (impactos, interrupción de redes de evacuación, etc).

- Cambios de uso (modificación de cargas, aportes de vapor no contemplados, modificaciones en el trazado de redes).

2.2. PREVENCIÓN DE VIVIENDAS CON HUMEDAD

Según el Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de Murcia (s.f.) la prevención consiste en que, conociendo profundamente los daños que aparecen y las causas que produce una patología podremos llevar a cabo la prevención en las futuras obras de ejecución y así prevenir los mismos.

Algunos autores mencionan las siguientes técnicas y productos:

2.1.2. Protecciones arquitectónicas para lluvia. La protección arquitectónica más corriente es extender el alero, si este no cumple con su función, para lo cual se puede alargar la estructura de la techumbre, afectando la pendiente de ella, o ejecutar un alero anexo ubicado bajo el alero existente. Esto se ejecuta en el largo de todo el muro. En caso que la infiltración de la humedad sólo sea por los intersticios de las puertas y/o ventanas esta solución se puede instalar sobre los dinteles de ellos. (Muñoz, 2004).

2.1.3. Secado necesario para prevención de humedad de obra:

Según Cadiergues (1959) en muros homogéneos, el tiempo necesario de secado se puede calcular con la fórmula que sigue:

$$T = s \cdot e^2$$

Donde T es el tiempo de secado en días, e es el espesor del muro en centímetros y s es un coeficiente que depende del material que componga el muro llamado constante de secado. En la tabla siguiente se observan valores para algunos materiales.

MATERIAL	S [días/cm ²]
Hormigón (dosificación 250 kg)	1,6
Hormigón de pómez	1,4
Hormigón celular	1,2
Ladrillo	0,28
Calizas (yeso)	1,2
Corcho	0,14
Mortero de cal	0,25
Mortero de cemento	2,5
Madera de pino	0,9

Tabla 3. Constante de secado en algunos materiales de construcción.

Fuente: Cadiergues (1959).

2.1.4. Impermeabilización en muros enterrados, provocada por las lluvias abundantes, por el alto nivel freático o por el riego de los jardines próximos, es necesario crear una buena capa de impermeabilización siguiendo estos pasos:

- A. Realizar una imprimación asfáltica.
- B. Aplicar una lámina impermeabilizante.
- C. Fijar una capa de drenaje (lámina de nódulos, fabricada en polietileno de alta densidad que protege la impermeabilización de agresiones mecánicas).
- D. Colocar una capa de geotextil, como separador entre el terreno y la capa de drenaje, para evitar que se filtren sedimentos. (Leroy Merlin, 2003).

Para evitar que los muros de ladrillo absorban la humedad del terreno, se intercala una lámina bituminosa en una de las juntas del mortero situada a

unos 15 cm del nivel del suelo (aproximadamente por encima de la segunda hilada de ladrillos). (Leroy Merlin, 2003).

Según Florentín & Granada (2009) en drenajes para jardines está el sistema Mc. Drain, que consiste en una canalización continua, a través de una manta de geotextil de poliéster estructurada para drenaje, colocada en contacto con toda la superficie a drenar, que canalizará las aguas a un caño maestro, el cual debajo de la última losa se unirá a la red de espina de pescado dirigida también a un sumidero.

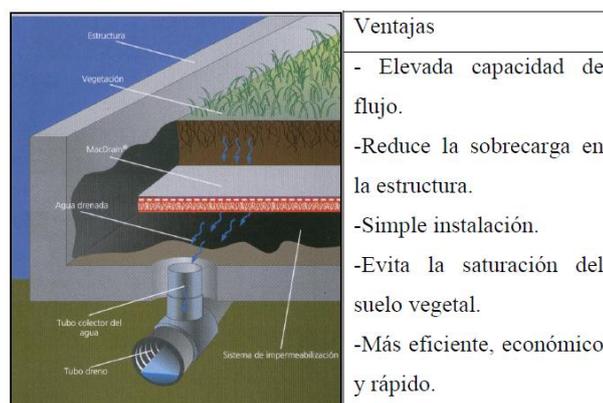


Figura 11. Sistema McDrain
Fuente: Florentín & Granada (2009).

2.1.5. Bentonita sódica en paneles de cartón kraft, geomembranas y geotextiles: La bentonita sódica, una arcilla que se expande hasta multiplicar por 15 su volumen inicial cuando entra en contacto con el agua, transformándose en un gel impermeable se utiliza para rellenar estos paneles. (Broto & Soria, 2005). El agregado de bentonitas a distintos tipos de suelos y su mezclado con el fin de lograr bajos coeficientes de permeabilidad es un método utilizado ampliamente a nivel mundial, pudiéndose lograr membranas impermeables naturales con coeficientes del

orden de 1×10^{-7} cm/seg o aún menores. El agregado de bentonita oscila habitualmente entre 5% y 15%, éste último porcentaje se da para suelos francamente arenosos. (Biocarbo, s.f.).

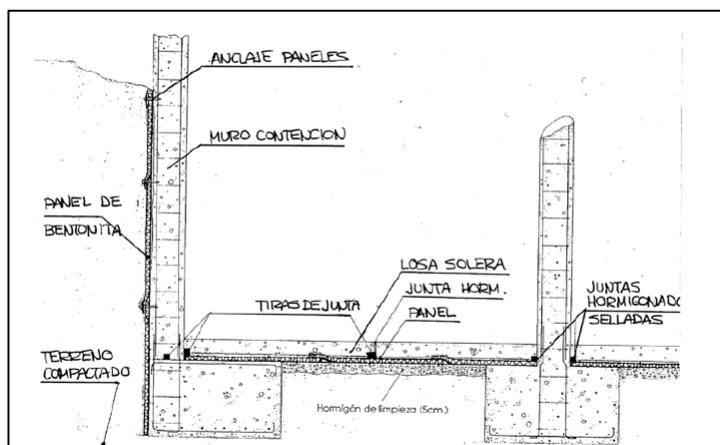


Figura 12. Paneles de bentonita sódica

Fuente: López Rodríguez, Rodríguez Rodríguez, Santa Cruz Artorqui, Torreño Gómez & Ubeda de Mingo (2004).

Más recientemente ha surgido una nueva tendencia en el diseño de barreras de impermeabilización que se basa en la fabricación de complejos bentonitas geosintéticos (geomembranas y geotextiles). Consiste en la colocación de una barrera de arcilla compactada ente dos capas, una de geotextil y otra de geomembrana (plásticos manufacturados, como polietileno de alta densidad o polipropileno, entre otros). (Bradanic, 2007).

2.1.6. La Barrera antihumedad tipo membranas: se instala con un traslapo de 10cm como mínimo. Además, el pliego superior debe estar sobre el pliego inferior en su junta horizontal para evitar que entre agua.

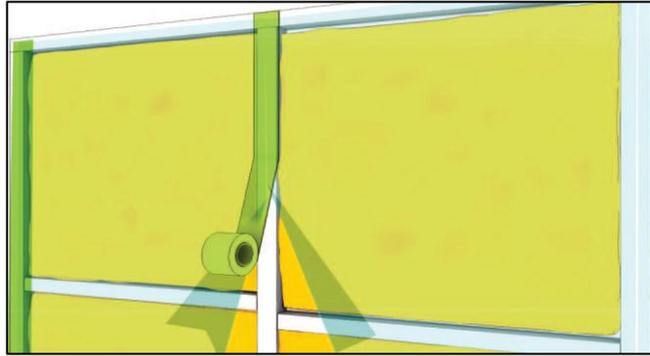


Figura 13. Sellado de la barrera de vapor con cinta especial.

Fuente: Cámara Chilena de la Construcción (2011)

Para fijar la barrera de humedad es recomendable utilizar clavos galvanizados espaciados no más 30cm. Al igual que la barrera de vapor, se recomienda sellar las uniones y traslapos con alguna cinta adhesiva.

Es importante mencionar que la barrera de humedad se debe instalar antes de colocar puertas y ventanas. (Cámara Chilena de la Construcción, 2011).

Una ejemplo aplicado en cimentaciones según Fernández (2008).

Emplantillado se refiere a una base de concreto pobre.

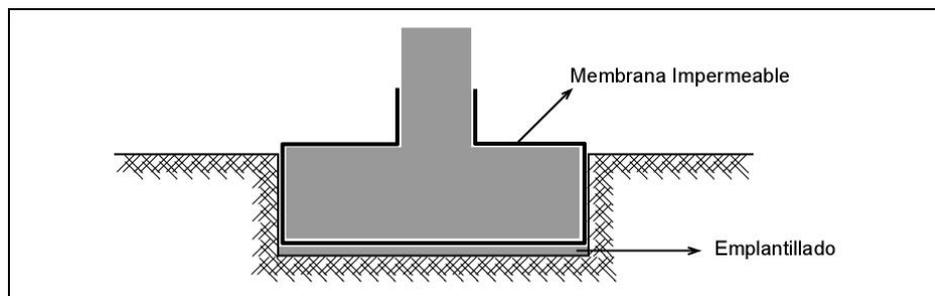


Figura 14. Membrana Impermeable

Fuente: Fernández (2008).

Algunos productos comercializados en el mercado peruano:

- **Membrana Asfáltica Meganor:** es una membrana de asfalto plástico con armadura central de polietileno de alta densidad que le confiere gran elasticidad sin resignar uniformidad dimensional. Por sus características elásticas es el producto ideal para ser utilizado en impermeabilizaciones bajo piso o dentro de un sistema. Posee una cobertura superficial de polietileno en ambas caras, que actúa como lámina antiadherente como se muestra a continuación: (Chema, 2017).



Figura 15. Membrana Asfáltica Meganor

Fuente: Chema. (2017).

- **Chema Alquitrán:** este producto es llamado también asfalto líquido de curado rápido (RC-250) que se emplea para tratamientos superficiales de imprimación, revestimientos e impermeabilizaciones. Su aplicación es en frío pudiendo calentarse hasta una máxima temperatura de 70°C según requerimiento de uso o utilizando aguarrás, gasolina o solvente SC-61. (Chema, 2017).

2.1.7. Barreras anticapilares: esto consiste en interponer entre el terreno y el radier una capa de material que puede ser grava u hormigón pobre de alta granulometría y poca dispersión, de manera de romper la red

de capilares en la transición del suelo hacia los elementos constructivos.

Fernández (2008).

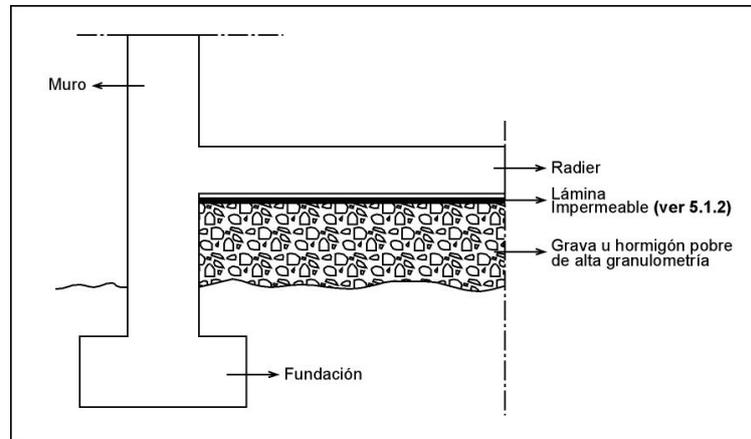


Figura 16. Barrera anticapilar

Fuente: Fernández (2008).

La explicación del buen funcionamiento de este sistema radica en que, tal como se explicó previamente, mientras más finos sean los espacios dejados en el material mayor es el ascenso del agua por lo que al utilizar grava o áridos de gran tamaño se dejan espacios de mayor diámetro lo que imposibilita la subida del agua. (Fernández, 2008).

2.1.8. Polietileno: Al construir el piso sobre el terreno, intercalar entre el suelo y el contrapiso una película de polietileno para evitar el paso del vapor de agua y la condensación de la humedad. (Broto & Soria, 2005).

2.1.9. Niveles: Fernández (2008), recomienda también que desde el trazado de la obra es conveniente tener en cuenta a qué altura va a quedar el piso interior de la construcción con relación al nivel del terreno. Es

necesario que este quede más alto que el nivel del terreno para evitar que se meta el agua de lluvia o que se tengan humedades en los muros, veredas. Es por esto que el piso interior debe quedar a unos 25 o 30cm, mínimo arriba del terreno.

2.1.10. Aditivos Impermeabilizantes: Los impermeabilizantes son aditivos que facilitan la preparación de hormigones con muy reducida permeabilidad al agua. La reducción de agua facilita trabajar con una reducida relación agua/cemento lo que conlleva una reducida capilaridad. Si existen menos capilares, lógicamente existen menos canales por donde pueda entrar el agua. El efecto aireante ofrece además una interrupción de los pocos capilares existentes. El resultado es un hormigón compacto, tanto por la relación agua/cemento reducida, como por la mejor facilidad de compactación (efecto plastificante). Los impermeabilizantes se adicionan al final del proceso de amasado en dosis del 1 al 3%. (Bettor MBT, s.f.).

Los principales productos para fabricar estos aditivos son: jabones metálicos (estearatos, oleatos y lauratos), sulfato de aluminio, carbonato sódico, oxalato sódico, coloides susceptibles a hincharse a base de algas marinas (alginato sódico, por ejemplo), o de plantas de la familia de las leguminosas. (Rivera, s.f.).

Algunos productos comercializados en el mercado peruano:

- **Chemaplast Impermeabilizante:** Es un aditivo plastificante e impermeabilizante libre de cloruros que reduce la permeabilidad y aumenta la trabajabilidad del concreto obteniendo una reducción en la relación agua/cemento. (Chema, 2017).
- **Sika-1:** Aditivo impermeabilizante de fraguado normal para mortero y hormigón, es una dispersión viscosa de color amarillo que no contiene cloruros. Reacciona con el cemento durante el proceso de hidratación dando origen a sustancias minerales que obturan la red capilar, proporcionando de esta manera elevada impermeabilidad al mortero u hormigón. (Sika, 2017).

2.1.11. Uso de Cemento Portland Puzolánico IP: La puzolana que contiene el cemento IP, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más silicatos de calcio, lo que otorga mayor resistencia, sellando los poros haciendo un concreto más impermeable, haciéndolo resistente a los sulfatos y al ataque químico de otros iones agresivos. (Yura, 2017).

2.1.12. Criterios generales para la prevención de patologías:

Florentín & Granada (2009) dan los siguientes criterios:

- Comprender la directa relación entre prevención y calidad.
- Buen diseño arquitectónico en su forma y orientación.
- Correcta documentación en obra, el detalle constructivo.
- Previsión del sistema de entubamiento de napas requerido.

- Correcta selección del sistema constructivo, adecuado al diseño, al clima del lugar y al tipo de suelo.
- Observancia de las normas constructivas.
- Criteriosa selección de los materiales de construcción.
- Óptima calidad de los materiales de construcción.
- Conocer las especificaciones técnicas de los materiales de construcción.
- Implementación de mano de obra calificada.
- Coordinación de tareas y fiscalización continúa de la obra.
- Control de calidad de los materiales y de la mano de obra.
- Periódico mantenimiento de la obra.
- Manual de uso y documentación final ajustada a la realidad.

2.3. REPARACION DE VIVIENDAS CON HUMEDAD

Se denomina reparación estructural al conjunto de medidas correctivas aplicadas para recuperar el nivel de servicio original de una estructura o mejorar el comportamiento de aquellas que presenten evidencia de fallas. (Carpio, 2008). La reparación de humedad consistirá, en desaparecer los síntomas o efectos, y proteger el muro para evitarla de nuevo. Antes de proceder a la reparación, obviamente se debe efectuar la limpieza de la superficie afectada. Tenemos diferentes medios de limpieza:

✓ **Limpieza de sales**

Según Del Real (2015), éste método consiste en disolver los cristales con agua a presión y retirarlos con un cepillo de cerdas naturales. Para realizar este tipo de limpieza se debe elegir un día caluroso para que el agua se evapore y la superficie quede seca. En caso contrario, las sales se disolverán de nuevo en el interior de ésta. Para casos graves de eflorescencia por filtración, es necesaria la eliminación del material deteriorado. Todo hormigón entumecido, dañado, poroso, sucio, o simplemente sospechoso, debe ser retirado. De otro modo, tanto la adherencia entre el material de reparación y el original, como la durabilidad de la intervención pueden quedar comprometidas. (Del Río, 2008.).

Si los cristales no se disuelven con el agua hay que utilizar un limpiador de ácido clorhídrico. Otra opción menos agresiva con los revestimientos cerámicos es el vinagre. Ambos productos se deben aplicar a presión. Cuando las sales se recristalizan y se endurecen es necesario recurrir a cepillos de púas metálicas o a cepilladoras eléctricas. (Eroski Consumer, 2017).

Es evidente que el fondo deberá limpiarse concienzudamente antes de aplicar cualquier tipo de protección contra la humedad. El arenado hidráulico con un limpiador de alta presión resulta muy eficaz en la limpieza de paredes, suelos y techos. (Enjuague después y deje secar). (Bricoficha, 2006).

✓ **Limpieza del moho**

Se usa guantes de goma, máscara y protección ocular para disminuir la exposición. Se limpia las superficies enmohecidas con un producto de limpieza del baño u otro detergente. El área se puede desinfectar con una solución de lejía (cloro) (1 parte de lejía con 9 de agua) si así lo desea. Enjuague bien la superficie

y séuela. (Public Health Madison & Dane County, s.f.). En el mercado también puede encontrar productos limpiadores para estos casos como: CHEMA CLEAN MULTIUSO, un limpiador líquido formulado especialmente para eliminar residuos contaminantes como: grasa, moho, hongos, polvo y otros de las fraguas en baños, cocinas, piscinas. También limpia acabados cementicios como losetas, bloques de cemento y otros. No afecta el acero inoxidable ni superficies plásticas. A diferencia de otros limpiadores ácidos no emana vapores tóxicos. Se utiliza además para neutralizar el salitre en superficies de cemento. (Chema, 2016).

Algunos autores mencionan las siguientes técnicas y productos:

2.3.1. Sistema de drenaje montado en pared para lluvia:

Aunque el revestimiento intercepta la mayor parte del agua de lluvia, algo de líquido pasará hacia adentro. El espacio de aire actúa como barrera capilar y la filtración no puede brincar ese espacio. En vez de eso, la filtración corre hacia abajo por atrás del revestimiento hasta que es drenado hacia afuera por el tapajuntas. Algunas de las gotas pueden correr hacia la superficie de drenaje en dirección de los materiales que están separados por el espacio, por ejemplo, por medio de pedazos de mortero o amarres del revestimiento. La capa impermeable de la superficie de drenaje mantiene el agua y evita que llegue a la cubierta de respaldo, bloques de concreto, o el concreto mismo protegiendo el muro interior. El agua fluye hacia abajo de la superficie de drenaje y sobre el tapajuntas, el cual la desvía de nuevo hacia afuera. (U.S. Environmental Protection Agency, 2016).

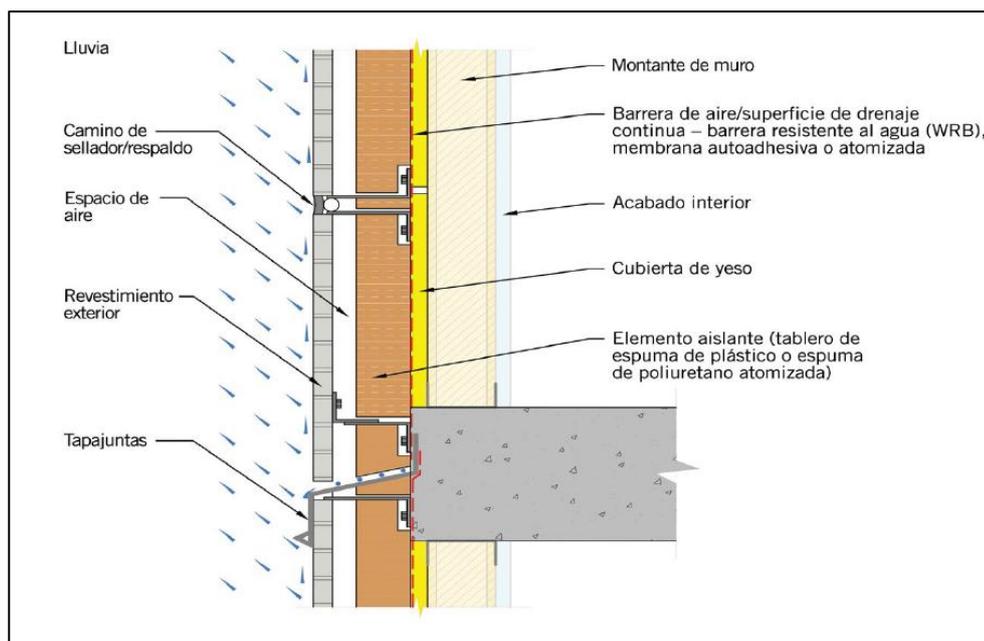


Figura 17. Emsamblaje de muro drenado.

Fuente: U.S. Environmental Protection Agency (2016).

2.3.2. Revoques porosos: Esta es la solución más simple de aplicar y también la más económica, apta para la impermeabilización de paramentos interiores cuya humedad no sea excesiva ni intensa, aunque constante. Los productos para revoques porosos se suministran en polvo o prefabricados en mezcla acuosa, para la preparación de morteros de gran porosidad, que, aplicados como revoque o pintura, facilitan la evaporación de las humedades contenidas en la estructura a proteger. Su acción es lenta, pero continúa. La red capilar que se forma en la superficie de este tipo de revestimientos enlaza directamente con el interior del muro, colaborando eficazmente a una labor desecadora permanente, que en la mayoría de las ocasiones resulta suficiente para eliminar la humedad conforme vaya ascendiendo. (Condemarin, 2000). Esta solución también se puede aplicar en la humedad accidental.

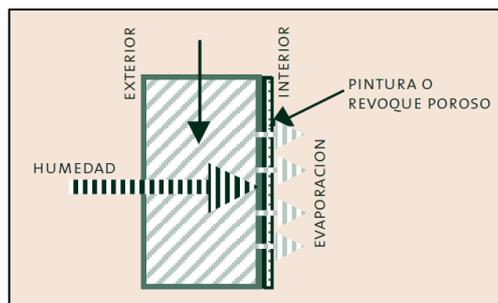


Figura 18. Revoque poroso

Fuente: Condemarin (2000).

2.3.4. Reparación de cubiertas: La denominación de cubiertas se refiere a que son construidas para cumplir estrictamente una misión de cobertura.

En las cubiertas planas (menos de 3% de pendiente) su principal falla reside en que el material impermeabilizante es visible, a manera de capa de acabado, por la aplicación de productos autoprottegidos, sean cerámicos, cemento, acero cincado, pinturas, etc, ya que estos materiales son vulnerables a la acción agresiva ambiental.

En las cubiertas inclinadas fallan aquellos puntos donde se rompe la continuidad de las canalizaciones, permitiendo que el agua interrumpa su curso para deslizarse bajo la estructura soportante. Las causas pueden ser: la rotura o el desplazamiento de una o varias planchas o tejas; defectuoso traslape de algunas piezas de la cubierta; la inexistencia de medidas de impermeabilización o la acumulación de barro y hojas en canaletas.

Verificadas estas fallas se deben reparar mediante:

Sustitución de nuevas piezas, parchar roturas en base a solución epóxica o asfáltica; colocar correctamente las piezas que estén desplazadas, comprobar el estado de los materiales impermeables, bajo cubierta, si los hubiere; limpiar canaletas. (Condemarin, 2000).



Figura 19. Canaleta sucia.

Fuente: Condemarin (2000).

2.3.5. Hidrofugación: consiste en la aplicación de un producto que evita la entrada de la lluvia o de la humedad en los distintos materiales constructivos. Se introduce en forma líquida en el interior del material mediante impregnación o proyección. Es importante que los productos que se apliquen dejen transpirar al material. Los hidrófugos que se utilizan son de la familia de las siliconas, pero como éstas son solubles al agua, la lluvia suele arrastrarlas definitivamente al cabo de unos tres años. Las técnicas han desarrollado un siloxano anhídrido no soluble en agua y existen productos alternativos, como la resina de poliestireno clorada, el caucho clorado, el metacrilato de metilo o el siloxano de metilo. (Broto & Soria, 2005).

Según Fernández (2008), en la inyección lo que se hace es perforar el muro a través de una serie de agujeros de 10mm de diámetro distanciados a 10 o 15cm uno de otro. Existen dos tipos de inyecciones que se pueden realizar, las por presión y las por gravedad. En el primer tipo se inyecta a presión una mezcla de látex de caucho y silicato de sodio que por efecto de la presión ingresa al muro y va rellenando los capilares evitando una posterior ascensión de agua a través de ellos. En el segundo tipo, los agujeros deben realizarse inclinados hacia abajo a medida que van ingresando al muro. Se vierte una solución impermeabilizante de baja viscosidad que gracias a la inclinación y al efecto de la gravedad se difunde a través del elemento.

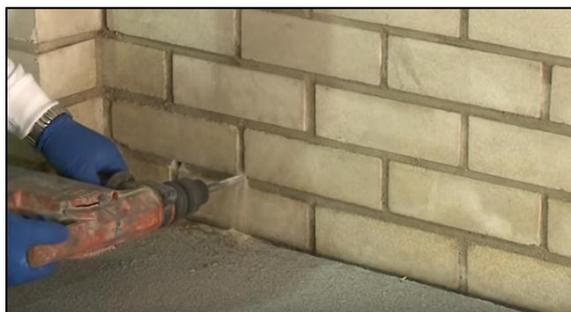


Figura 20. Procedimiento de inyección hidrófuga.

Fuente: Sika España. (10 de diciembre del 2010).

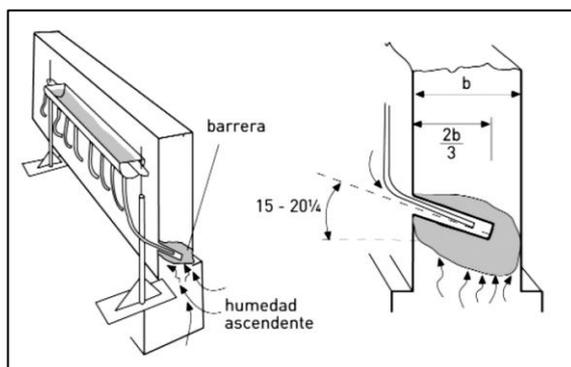


Figura 21. Inyecciones químicas en muros.

Fuente: Broto & Soria. (2005).

Otra modalidad en hidrofugantes son los zócalos de mortero hidrófugo:

Según San Juan Fernández (2017).



Figura 22. Zócalo de mortero

Fuente: Relieve en paredes (2012).

Algunos productos comercializados en el mercado peruano:

- **SikaMur® InjectoCream-100:** barrera antihumedad (DPC) basada en silanos para tratamiento de humedades por capilaridad. Es una sustancia que se inyecta en una serie de taladros realizados sobre mortero o mampostería mediante pistola, no es necesaria una bomba de inyección. Una única inyección en el mortero, dispersará al SikaMur en el muro y creará una barrera repelente al agua bloqueando la humedad ascendente en el futuro. (Sika, 2017).
- **El Chema 1 Polvo** es un aditivo impermeabilizante e hidrófugo para concretos y morteros. Actúa obstruyendo la porosidad dentro de los morteros o concretos y evita la succión

capilar interna. Es apropiado para reservorios y tanques de agua potable. (Chema, 2017).

2.3.6. Resinas de silicona

Según Jiménez (2003) es de aspecto invisible actúa como un tratamiento físico de superficie impidiendo la penetración de agua, haciendo que ésta resbale por ella, arrastrando en algunos casos la suciedad superficial y dando el aspecto especial perlado. Se aplican con brocha o rodillo, incluso con pistola airless.

Ventajas:

- No satina los soportes, pero debe aplicarse de forma adecuada de manera que no los sature ni deje transpirar a éste. Es muy líquido, de baja viscosidad, ya que suele tener el 90 % de diluyente.
- Es un tratamiento de larga duración, no forma película superficial, es microporoso y deja transpirar el soporte. Protege contra el hielo y puede ser repintado con todo tipo de estucos y pinturas.

Algunos productos comercializados en el mercado peruano:

- **Chema Bitumen:** es un líquido de color negro compuesto por resinas sintéticas y bituminosas, que se utiliza como recubrimiento impermeable de superficies de cemento, madera o metal tales como: paredes subterráneas, interiores de jardineras, cimientos, muros de contención, o cualquier

estructura enterrada o bajo el agua que se quiera proteger de aguas subterráneas o de la intemperie. (Chema, 2017).

- **Chema Top Antisalitre Tipo Pintura:** es un producto impermeabilizante fluido a base de polímeros sintéticos de alta resistencia a la humedad y al salitre que sirve de fondo para el pintado en interiores y exteriores. Forma una película que impermeabiliza los muros de cemento, concreto, ladrillo y que evitan la eflorescencia del salitre y la penetración de la humedad que causa el desprendimiento y la decoloración de la pintura. (Chema, 2017).
- **Igol® Sellamuro** es un revestimiento impermeabilizante en forma de pasta color blanco invierno de alto contenido de sólidos, en base a resina sintética. (Sika, 2017).

2.3.7. Membranas asfálticas prefabricadas.

Para la colocación de estas membranas asfálticas, deberíamos optar por uno de los dos procedimientos ya conocidos: Colocación con calor, o colocación en frío.

Siempre y en todos los casos es importante verificar que las juntas queden bien solapadas y pegadas, así como que la membrana suba por los remates en forma vertical. En el caso que la elección sea utilizar placas de poliuretano prefabricadas, material térmico e hidrófugo, estas son pegadas a

la superficie a través del primer asfáltico (tipo neutro o similar) y selladas las juntas con espuma expansiva de poliuretano. (Florentín & Granada, 2009).

2.3.8. Las pinturas hidrorrepelentes; Producto base agua, Especialmente formulado para proteger fachadas de la humedad, y de las aguas de lluvia. Su propiedad hidrorrepelente disminuye notablemente la penetración del agua por los muros, pero permite la salida del agua como vapor, Disminuye también el depósito de sales (eflorescencias) sobre la película de la pintura. (Soquina, 2017),

2.3.9. Las pinturas de PVC: son de buenísima impermeabilidad y resistencia, para paredes al exterior, piscinas, tanques y depósitos. (Florentín & Granada, 2009).

2.3.10. Protección de la armadura frente a la corrosión

Una vez realizada la limpieza del acero, su protección puede hacerse con lechada cementosa, con polímeros o resinas epoxídicas o con inhibidores superficiales de corrosión. (Broto & Soria, 2005). Los inhibidores anódicos, tales como el nitrito de calcio, funcionan minimizando la reacción anódica promovida por los iones cloruro. (Carvajal & Guzmán, 2005). Las sustancias que suelen emplearse como inhibidores catódicos son la morfolina, la ciclohexilamina y el amoníaco, los cuales reducen la velocidad de corrosión en la zona catódica. (Buralla, 2012).

Otra forma de proteger y restaurar una estructura afectada por la corrosión efecto de la humedad es la fibra de carbono. En los materiales compuestos de carbono, las fibras de grafito se tejen para formar una tela que se incrusta en una matriz que aglutina las fibras para formar una estructura sólida. El material compuesto terminado es más resistente que cualquiera de sus componentes. Los polímeros reforzados con fibras de carbono, consisten en fibras de carbono ubicadas sobre una matriz epóxica. Los materiales epóxicos constituyen matrices útiles a causa de su excelente adherencia. (Fernández, 2012).

Algunos productos comercializados en el mercado peruano:

- **Chema removedor de óxido:** Chema es un ácido fuerte que se utiliza para facilitar la remoción de las partes oxidadas de elementos metálicos, sean estos decorativos o estructurales. (Chema, 2017).
- **Sika® CNI** es un aditivo inhibidor de corrosión del acero de refuerzo del concreto, en base a nitrito de Calcio. Sika® CNI contiene mínimo un 30% de nitrito de calcio en peso y está formulado, para cumplir la Norma ASTM C-494 Tipo C aditivos acelerantes. (Sika, 2017).
- **SikaWrap®-600C:** Es un tejido unidireccional de fibra de carbono. El material es laminado en campo usando Sikadur®-301 o Sikadur® Hex -300/306 (adhesivos epóxicos) para conformar el polímero

reforzado con fibras (CFRP), el cual es empleado para el reforzamiento de elementos estructurales. (Sika, 2017).



Figura 23. Reforzamiento de columnas con SikaWrap®-600C.

Fuente: Sika (2017).

2.3.11. Método electro-osmótico: este procedimiento se basa en los potenciales eléctricos generados en la albañilería que son de signo positivo a nivel del suelo y negativo en el muro. Al aplicar corriente continua a un elemento poroso, se puede trasladar agua a través de él. A este fenómeno se le denomina electro-osmosis.

El método electro-osmótico invierte las polaridades de dichos potenciales eléctricos, situando el positivo en el muro y el negativo a nivel del suelo. Haciendo esto se pretende hacer descender el agua en el muro o al menos contrarrestar el ascenso por capilaridad.

Según desde donde sea la fuente del potencial utilizada, el método se divide en pasivo o activo. En la electro-osmosis pasiva sólo se utilizan los

potenciales generados por la albañilería y la fundación. Para inducir la polaridad deseada se insertan una serie de electrodos de cobre, al nivel del muro en el que se aprecia la humedad, a intervalos regulares de entre 30 y 60cm. Éstos se conectan a través de un alambre de cobre soldado a ellos.

Y la electro-osmosis activa comprende un aparato de control que se instala fuera de la mampostería y un electrodo de potencial propio (jabalina de puesta a tierra). Entre ambos se aplica una tensión específica que provoca la inversión de la tendencia migratoria capilar (migración del agua en materiales porosos). (Ficha Watertec, sf.).

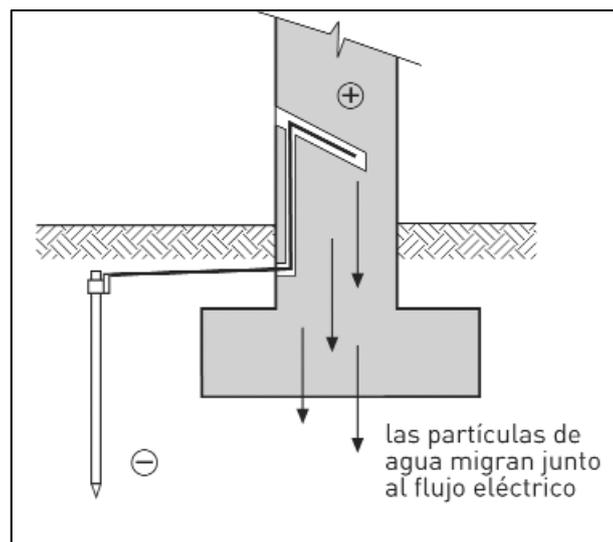


Figura 24. Sistema de electroósmosis para combatir la humedad ascendente.

Fuente: Broto & Soria (2005).

Otros productos impermeabilizantes en el mercado peruano:

- **SikaTop®-1:** es un sellador cementicio que forma una barrera protectora contra el paso de la humedad y la aparición del salitre en superficies de cemento o ladrillo. Se emplea para prevenir el paso de la humedad. (Sika, 2017).
- **Chema Seal:** Es un impermeabilizante sellador de superficies de concreto, mortero, ladrillo pastelero, teja y dryWall que una vez aplicado forma una barrera contra la penetración de humedad y aparición del salitre. Una vez mezclado los componentes empieza la reacción de hidratación entre éstos, formándose una barrera de cristales impermeable. (Chema, 2017).
- **El Chema Techo:** es un recubrimiento en pasta formulado a base de polímeros, agregados finos y arenas silíceas. Una vez aplicada forma un recubrimiento delgado y ligero que sella superficies de concreto, aligerados, pasteleros, fibrablock y madera que impide la penetración del agua. (Chema, 2017).
- **Chemaflex:** es un producto elastomérico, compuesto a base de agua y polisilicatos que al ser aplicados al concreto reacciona químicamente con él, pasando a formar parte integral del concreto. (Chema, 2017).

2.4. VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CON PROBLEMAS DE HUMEDAD

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE, 2006) la vivienda es una edificación independiente o parte de una edificación multifamiliar, compuesta por ambientes para el uso de una o varias personas, capaz de satisfacer sus necesidades de estar, dormir, comer, cocinar e higiene. El estacionamiento de vehículos, cuando existe, forma parte de la vivienda.

2.4.1. Albañilería

La Albañilería o mampostería se define como un conjunto de unidades trabadas o adheridas entre sí con algún material, como el mortero de barro o de cemento. Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobe, tapias, ladrillos y bloques). Este sistema fue creado por el hombre a fin de satisfacer sus necesidades, principalmente de vivienda. (San Bartolomé, 1994).

Se clasifican en:

Entre las reforzadas tenemos: albañilería armada y albañilería confinada, ésta última es parte de esta tesis.

2.4.1.2. Albañilería confinada, es aquel tipo de sistema constructivo en el que se utilizan piezas de ladrillo rojo de arcilla horneada o bloques de concreto, de modo que los muros quedan bordeados en sus cuatro lados, por elementos de concreto armado. (Consultores PNUD/Perú, 2009).

El Reglamento Nacional de Edificaciones -Perú- (2006) menciona en el Título III, Capítulo II, Artículo 9: El uso de la edificación debe evitar la producción de humos, humedad, salinidad, corrosión, cambios de

temperatura o malos olores, que puedan causar daños a las personas, a la propia edificación o a la de terceros.

Según el R.N.E. (2006) los materiales que integran la albañilería confinada son:

A. Mortero. El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado.

- **Efectos de la humedad en el mortero**

Los componentes del mortero son los áridos y el cemento. En los áridos la humedad podría provocar eflorescencias al mortero por contenidos de sales solubles. No es el caso para un árido silíceo lavado que está exento de tales sales. El cemento tiene contenidos de sales solubles escasísimo ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) que no suele alcanzar el 1%. (Osuna, 1998).

El agua humedece el mortero y como material poroso experimenta un aumento de volumen por la acción del agua ante la compresión radial debida a la absorción capilar. Cuando el agua absorbida se evapora, es decir, cuando se produce el secado del material, éste sufre una retracción que es superior a la dilatación provocada por el aumento de humedad. La repetición de este fenómeno en ciclos creará una serie de tensiones que terminan afectando al material y provocando su erosión o la aparición de fisuras. Por otro lado, la evaporación del agua también da lugar a la cristalización de las sales higroscópicas que puede aumentar y crear fuertes tracciones. (Broto & Soria, 2005).

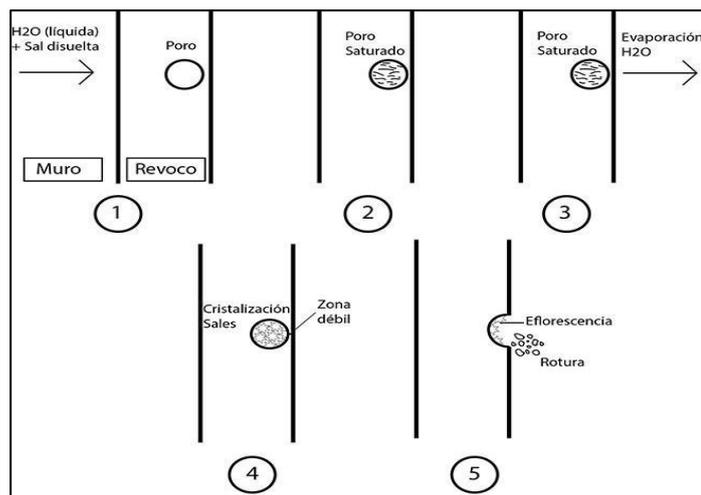


Figura 25. Proceso de cristalización en mortero.

Fuente: Patología+Rehabilitación+construcción. (2017).

B. Unidad de Albañilería. Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular.

- **Efectos de la humedad en el ladrillo**

Como consecuencia de la aparición de eflorescencias el ladrillo deja de ser un material durable y resistente a los agentes atmosféricos, sobre todo si se ve afectado de eflorescencias destructivas que ocasionan pérdida de aristas y descomposición de superficies. (Olmos, s.f.).

La objeción principal a la eflorescencia es su efecto sobre la apariencia de la albañilería; sin embargo puede ocurrir sí las sales que se cristalizan se encuentran en cantidad importante que la presión que estos cristales ejerzan al crecer causen rajaduras y disgregación de la albañilería. ITINTEC 331.017 (1978). La norma ITINTEC 331.018 (1978) en el numeral 3.10

basado en la norma ASTM C-67 nos menciona un ensayo previo para evaluar si los ladrillos de fábrica son susceptibles a eflorescencia.

C. Acero de refuerzo. Constituida por las barras longitudinales, empalmes y los estribos de la columna y vigas, el acero de las losas y de otros elementos como cimientos y escaleras.

- **Efectos de la humedad en el acero**

Los dos agentes principalmente responsables de la corrosión del hierro son: el oxígeno y el agua, actuando conjuntamente. (Del Olmo, 1973).

El agua potable lleva cloruros en su composición, entonces las fuerzas capilares son las que facilitan la absorción relativamente rápida que al traer iones de cloruros disueltos (Cl⁻). Muchas aguas subterráneas y agua de lluvia contienen cloruros provenientes de contaminación. El primero se puede llegar a combinar con la cal de hidrólisis de los cementos, produciendo cloruro cálcico y rebajando el pH del material y el segundo combinarse con los cloruros del concreto y formar ácido clorhídrico. Entonces, el material sufre una fuerte presión de cristalización. (Broto & Soria, 2005).

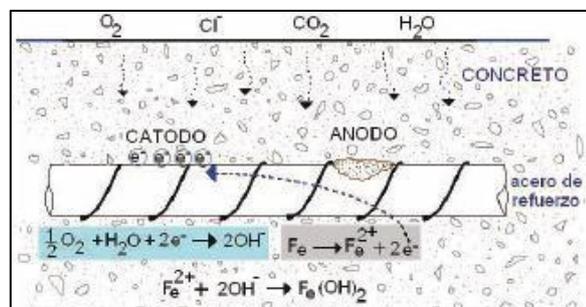


Figura 26. Corrosión electroquímica del acero de refuerzo.

Fuente: Castorena González et al. (2011).

La humedad afecta a una construcción en la oxidación de su estructura de acero (Condemarin, 2000). Un metal al corroerse ocupa mayor volumen que en su estado inicial, esto cobra relevancia cuando el metal se encuentra contenido entre otros materiales debido que al expandirse puede causar fisuras y grietas. (Cámara Chilena de la Construcción, 2011).

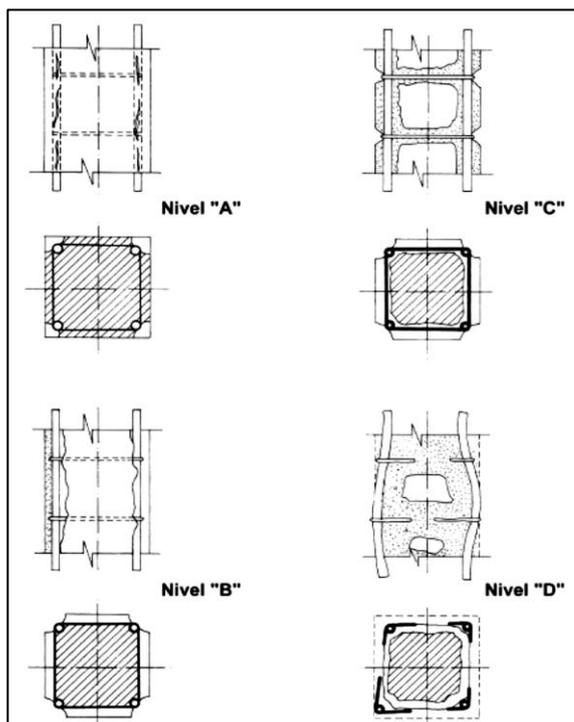


Figura 27. Niveles de daños en una columna afectada por corrosión.

Fuente: Fernández & Rodríguez (s.f.).

Descripción de la figura 26:

Nivel A: Se ha producido pérdida de sección en las barras principales del 1 %. Aparecen ligeras fisuras longitudinales en las esquinas, coincidiendo con la posición de las barras, y no transversales en el plano de los estribos.

Nivel B: La corrosión de las barras principales ha dado lugar a una pérdida de sección del 5 %. El hormigón de las esquinas de columnas y vigas se desprende y la armadura principal queda al aire libre. Aparecen fisuras coincidiendo con el plano de los estribos. Debido a la capa de herrumbre formada, las barras principales pierden adherencia con el hormigón.

Nivel C: La pérdida de sección en las barras principales es del 25 %. El hormigón de la zona de estribos se desprende y éstos quedan al aire libre. Hay pérdida de anclaje frente a pandeo y adherencia de las barras con el hormigón. Se supone que el hormigón se ha debilitado en una profundidad de un centímetro como consecuencia de la corrosión.

Nivel D: Se ha producido rotura de los estribos. Las barras principales no trabajan a compresión y pandean. Fernández & Rodríguez (s.f.)

D. Concreto. El concreto de los elementos de confinamiento tendrá una resistencia a la compresión mayor o igual a 17,15MPa 175kg / cm²

- **Efectos de la humedad en el concreto**

Al evaporarse el agua, en el interior o sobre de los poros del hormigón, cristalizan las sales produciéndose por consiguiente la aparición de tensiones internas superiores a la resistencia a tracción del material que, como ya se dijo, meteorizan los hormigones pobre y disgregan los de tipo medio. La presencia de estas sales dentro del hormigón genera zonas anódicas y catódicas que sumadas a la presencia del agua como electrolito producen

corrientes internas que conducirán a la corrosión electroquímica de las armaduras. (Broto & Soria, 2005).

El deterioro provoca una importante pérdida de masa del hormigón, se observan agregados expuestos y una reducción de la sección. En los materiales con poros pequeños (menores a 1 μm), la presión de cristalización será mayor que en los materiales con grandes poros, y la precipitación de minerales tiende a ocurrir preferentemente en el cuerpo del material poroso generando la subeflorescencia. El fenómeno produce el descascaramiento progresivo de la superficie externa del hormigón debido a la rotura física de la pasta de cemento. En primera instancia la pasta se salta, luego presenta una apariencia arenosa y finalmente los agregados gruesos quedan expuestos. (Irassar, Di Maio & Batic, 2010).

En el TITULO III, III.1, NORMA A.020, Artículo 19: En caso de existir agua subterránea deberá preverse una solución que impermeabilice la superficie construida en contacto con el suelo, de manera que se evite el paso de la humedad del suelo por capilaridad. Las superficies exteriores de la cimentación expuestas a la acción del agua por riego de jardines o lluvia deberán estar protegidas e impermeabilizadas para evitar el paso del agua por capilaridad.

2.4.2. La infraestructura de la vivienda en Tacna y el distrito Gregorio Albarracín.

En la actualidad, de acuerdo a los datos recopilados en campo en el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Tacna 2014 – 2023 (2014) respecto al expediente

urbano de la ciudad de Tacna sobre el material predominante de construcción se puede consignar que el 44,49 % abarca un sistema constructivo en concreto armado con albañilería en ladrillo, seguido de un 10,78 % de un sistema constructivo en concreto armado con albañilería en bloqueta; 1,29 % de adobe o quincha, y un 3,63% de material precario provisional.

En el Distrito Crnl. Gregorio Albarracín según el Plan de Desarrollo Local Concertado 2011-2021 (2011) observamos que la construcción de viviendas con ladrillo y concreto del 2007 al 2010 se duplicó en términos absolutos y relativos creció el porcentaje de 76,40 % a 96,79 %, siendo las categorías más relevantes la construcción con madera y pircado de mezclas de barro con 1,39 % y 1,64 % respectivamente en el 2010.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. HIPÓTESIS

3.1.1. Hipótesis general

Es posible diagnosticar, reparar las viviendas de albañilería con problemas de humedad y prevenir en nuevas viviendas del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa – Provincia Tacna – Departamento Tacna.

3.1.2. Hipótesis específicas

- Las principales causas de la humedad de las viviendas de albañilería seleccionadas de la muestra del Distrito Gregorio Albarracín son debido a lluvia, capilaridad, condensación, accidentes como rotura o fallos de cañerías y otros factores relacionados que contribuyeron al problema son el clima, el suelo, los agregados y la construcción.
- Es posible reparar las viviendas de albañilería seleccionadas del Distrito Gregorio Albarracín con problemas de humedad con las propuestas técnicas disponibles basadas en la limpieza de sales, de moho, uso de impermeabilizantes y aditivos mencionados por diversos autores.
- Se previene la humedad de las nuevas viviendas de albañilería del Distrito Gregorio Albarracín debido a la existencia de impermeabilizantes, aditivos y barreras anticapilares mencionados por diversos autores.

3.2. VARIABLES

Variable	Denominación de la variable	Indicadores	Escala de medición
V. Independiente	Diagnóstico, prevención y reparación (de viviendas con problemas de humedad).	<p>Diagnóstico:</p> <p>a) Para la lluvia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Encuesta <p>b) Para la capilaridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de eflorescencia y desprendimiento de acabados. • Existencia de moho • Ubicación inferior y forma de mancha de humedad. • Existencia de muro saturado de agua. <p>c) Para filtración de agua de tuberías.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existencia de muro saturado de agua. • Vulnerabilidad del acero a la corrosión. <p>d) Para el nivel de daño de la humedad.</p>	<p>De las viviendas seleccionadas:</p> <p>a) Para la lluvia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario <p>b) Para la capilaridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprobación de sales por medio de conductividad. • Fotografías • Información adicional del habitante (encuesta y/o entrevista personal). • Medición de humedad relativa con higrómetro. • Medición de humedad del material con escala gráfica. <p>c) Para filtración de agua de tuberías.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medición de humedad relativa con higrómetro. • Medición de humedad del material con escala gráfica. • Medición de Ph del concreto con potenciómetro. <p>d) Para el nivel de daño de la humedad.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • Vulnerabilidad del concreto en cuanto a la compresión. <p>Reparación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de sales • Limpieza del moho • Reparación de cubiertas • Uso de Impermeabilizantes y aditivos <p>Prevención:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocación de cubiertas adecuadas • Uso de aditivos e impermeabilizantes • Uso de barreras anticapilares 	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de resistencia en concreto sano y afectado con esclerómetro. <p>Reparación y Prevención</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las recomendaciones se darán mediante trabajos de investigación similares mencionados.
V. Dependiente	Viviendas de Albañilería con problemas de humedad del Distrito Gregorio Albarracín	<ul style="list-style-type: none"> • Encuestas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario • Base de datos • Procesamiento de datos • Gráficos • Resultados

Tabla 4. Operacionalización de variables.

Fuente: Elaboración Propia.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Los tipos de investigación a utilizarse son: exploratorios, porque se buscaran las causas del problema en las viviendas seleccionadas; descriptivos, debido a que se va detallar el problema y explicativos, porque se explicará el porqué de los daños en las viviendas.

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La modalidad de investigación a realizarse será de campo, bibliográfica, la misma que servirá para obtener información necesaria, como el estado de las viviendas.

3.5. AMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de estudio de esta investigación es el campo de Estructuras y construcción, enfocada en patologías en albañilería.

3.6. TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad, el trabajo se realizará en el tiempo presente (coyuntura actual), con las personas que viven en las viviendas de estudio que pertenecen a las Asociaciones y/o Juntas Vecinales del DCGAL.

3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.7.1. Unidad de estudio

La unidad de estudio son las viviendas de albañilería de la muestra del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa.

3.7.2. Población

Según Plan de desarrollo local concertado del distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa 2011-2021, (2011) el número de viviendas consiste en 33 561 viviendas. Para la presente investigación no se consideró el Sector Viñani porque es una zona no tan representativa debido a los siguientes motivos: es un pueblo joven que está en constante cambio de urbanismo en la actualidad, la mayoría de viviendas son precarias, muchos de ellas sin habitar, etc.

3.7.3. Muestra

Según la técnica estadística descrita a continuación:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times P \times Q}{\varepsilon^2 \times (N - 1) + Z^2 \times P \times Q}$$

Donde:

Z = Coeficiente de confianza

N = Universo o población

P = Probabilidad a favor

Q = Probabilidad en contra

ε = Error de estimación

n = Tamaño de la muestra

Reemplazando valores

$$n = \frac{33561^2 \times 1,81^2 \times 0,5 \times 0,5}{0,07^2 \times (33561 - 1) + 1,81^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

$$n = 167 \text{ viviendas}$$

3.8. TECNICAS E INSTRUMENTOS

3.8.1. Técnicas

- Recopilación de datos (encuestas)

Procederemos a la recopilación de datos en base al cuestionario aplicado mediante la entrevista al ciudadano dueño de la vivienda.

- Las tres fases de diagnóstico según Monjo (1997) y Broto & Soria (2005).

Se observará, tomara datos, analizará de los síntomas, orígenes y ubicación de la patología.

- Detección de la humedad de suelos

Estadísticamente la humedad de suelo, aparece más en las zonas bajas de los edificios (sótanos, muros de contención...). En el arranque de los muros desde el terreno, la humedad asciende por el interior del espesor del cerramiento o por su exterior. Este tipo de humedad puede manifestarse también por la aparición de manchas salinas en la superficie de evaporación o por el desprendimiento de los revestimientos. (Peñaranda, 2011).

- Comprobación de sales por medio de conductividad

Según Álvarez et al. (2005) la conductividad es la medida de la capacidad que tiene un material para conducir la corriente eléctrica, en el suelo la conductividad se encuentra estrechamente ligada a la concentración de sales solubles presentes. Esta comprobación de sales se medirá a través un aparato con un foco de 15 watts.

- Medición de la alcalinidad del hormigón (pH)

Extrayendo una muestra de concreto mediremos el pH ya que el acero de refuerzo es pasivado en hormigón contra la corrosión cuando el pH es mayor que 10. Cuando el pH es deprimido por debajo de 10 debido al ataque de carbonatación y / o cloruro, aumenta la vulnerabilidad del acero a la corrosión; Por debajo de un pH 8 el acero está claramente en corrosión. (Al-Ostaz, 2004).

3.8.2. Instrumentos

- Encuesta y Cuestionario: Se realizará la encuesta por medio de un cuestionario que contiene 12 preguntas básicas de humedad con alternativas respecto a los problemas de humedad, principales causas, reparación y prevención.
- Higrómetro: Se usa los higrómetros de pelo de la marca Fisher polymer con termómetro y uno digital de la marca Tecpel DTM- 303H para la medición de humedad relativa de las viviendas.
- Escala Grafica de valores teóricos de humedades de equilibrio del ladrillo, mortero de cal y yeso: Con esta escala se relacionara la humedad relativa del ambiente con la de los materiales para obtener la humedad en nivel de peligrosidad de acuerdo a la figura 5 de Ortega (1985).
- Esclerómetro Metrotec calibrado serie 2261: Se usa para comprobar el alto grado de agresión producido por la humedad y las eflorescencias del concreto sano y afectado.

- Potenciómetro Marca Benchtop pH/mV meter modelo 210: Con este instrumento se medirá el Ph del concreto para ver la vulnerabilidad a la corrosión de su armadura.
- Cámara Fotográfica digital: Para la inspección visual.
- Espátula, cincel, martillo y recipiente: Para la toma de muestras de mortero y concreto.

CAPÍTULO IV

4. LOS RESULTADOS

4.1. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA:

Las encuestas por medio del cuestionario del anexo 1 fueron aplicadas a 167 pobladores del Distrito Gregorio Albarracín, las mismas tienen como objetivo principal conocer de qué manera se manifiesta el problema de la humedad en sus viviendas, determinando que tipo de humedad está deteriorando día tras día a las construcciones de dicho sector. Aplicada la encuesta tenemos como resultado que las viviendas encuestadas cuentan con edades de 15 a 25 años en promedio de construidas

4.1.1. Cantidad de viviendas con o sin humedad: Se determinó que de los 167 pobladores, 134 tienen problemas de humedad en sus viviendas y 33 afirmaron que no las tenían. Ver Anexo 2 (base de datos). La moda es 134 viviendas con humedad, el cual equivale al 80% del total.

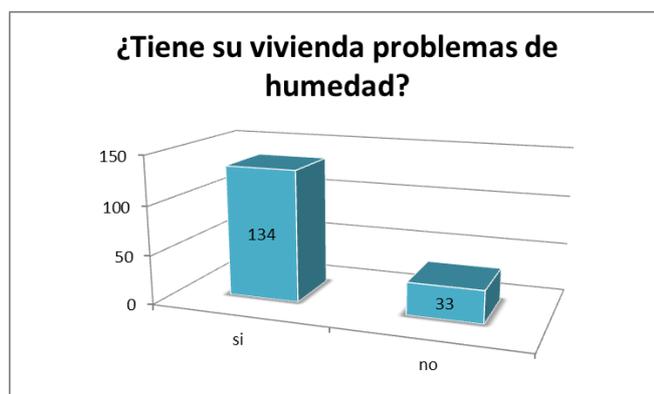


Figura 28. Ítem I, pregunta N°.2

Fuente: Elaboración propia.

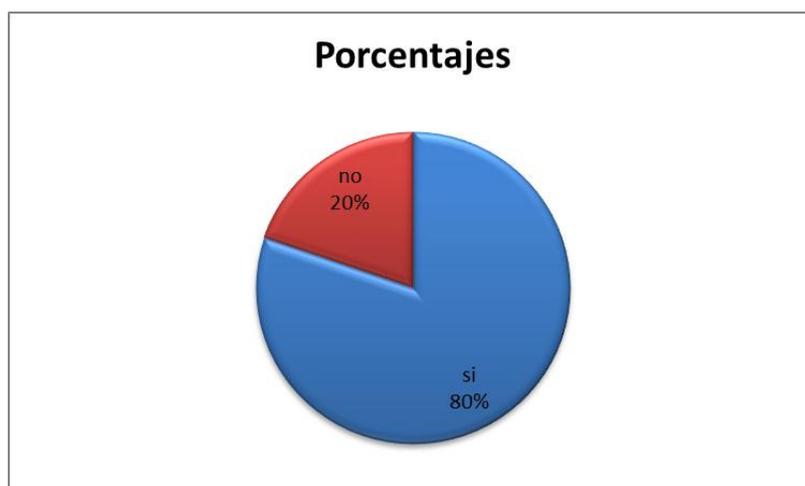


Figura 29. Porcentajes de la cantidad de viviendas con o sin humedad

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Síntomas o efectos que manifiesta el problema de la humedad: Siendo la moda el valor de 132 casos de salitre (sales) y despegues de pintura, el cual equivale a 86% del total. Entiéndase F. como filtración.

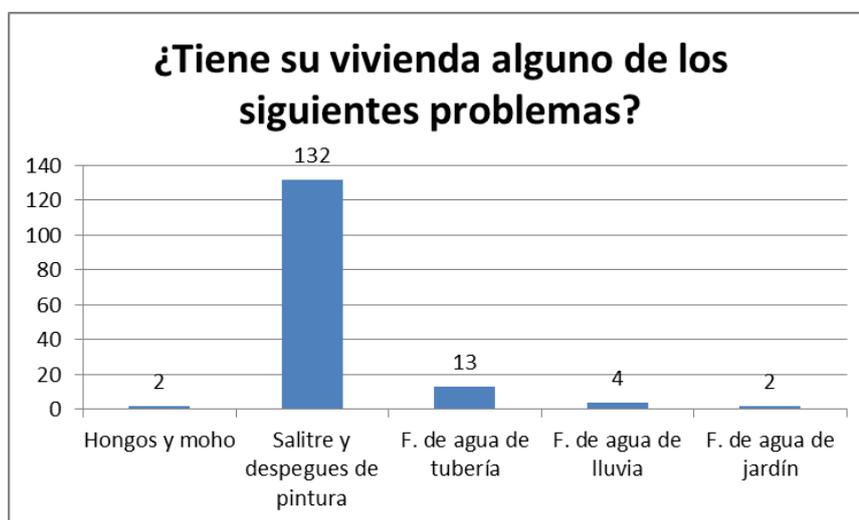


Figura 30. Ítem I, pregunta N°.3

Fuente: Elaboración propia.

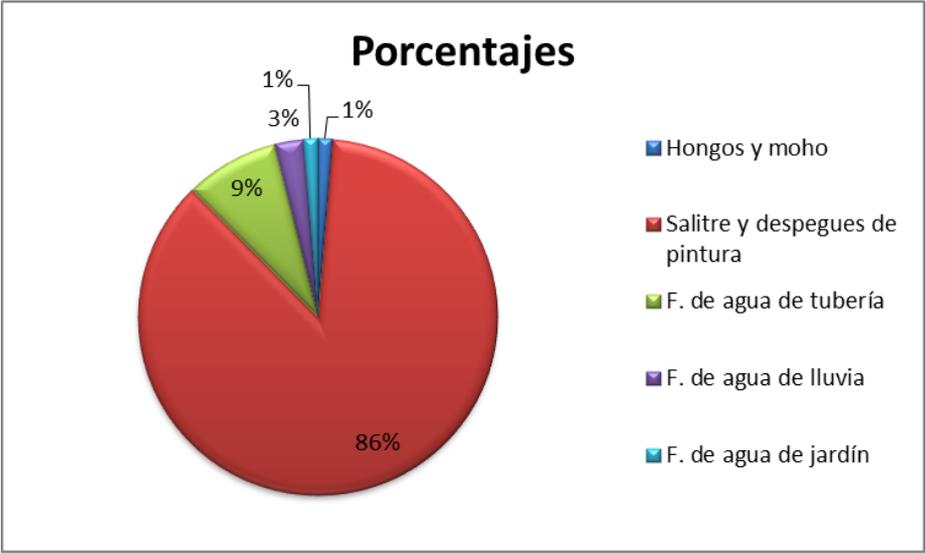


Figura 31. Porcentajes de los síntomas de humedad

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Estructura de la vivienda más afectada: Se determinaron 227 estructuras afectadas en total que especifica la figura Y. La moda está en la alternativa muros con 109 casos (48%), y en segundo lugar fachadas (45%), estructura que fue visible al realizar la encuesta.

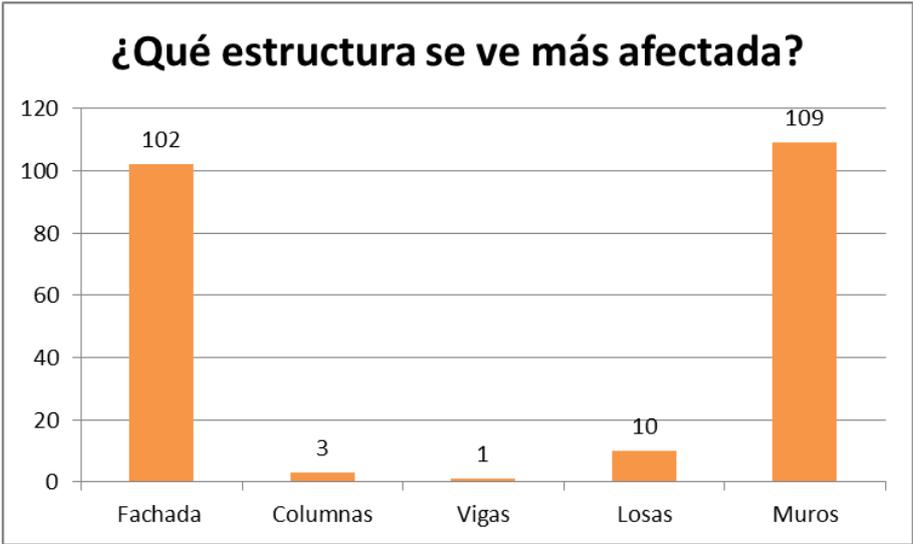


Figura 32. Ítem I, pregunta N°.4

Fuente: Elaboración propia.

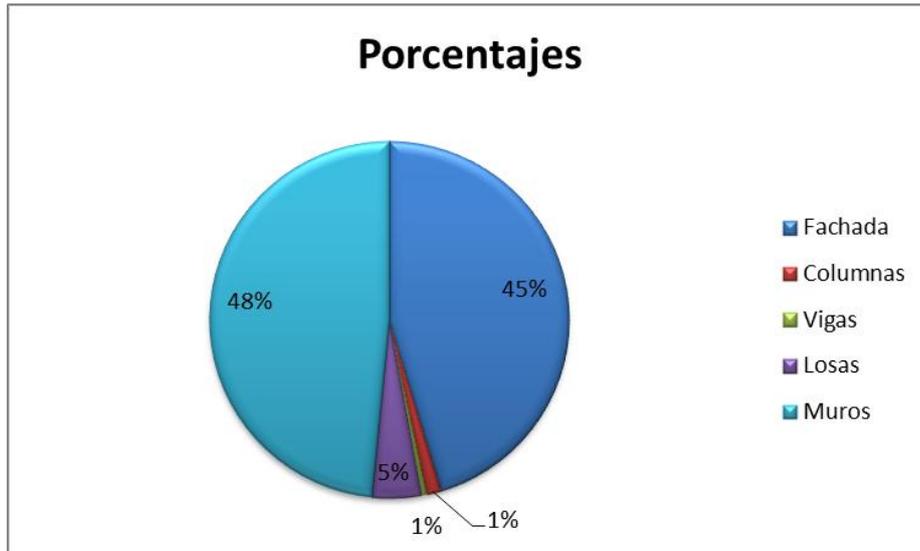


Figura 33. Porcentajes de la estructura más afectada

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. La habitación más afectada dentro de la vivienda: La moda fue la opción sala con 120 casos (56%).

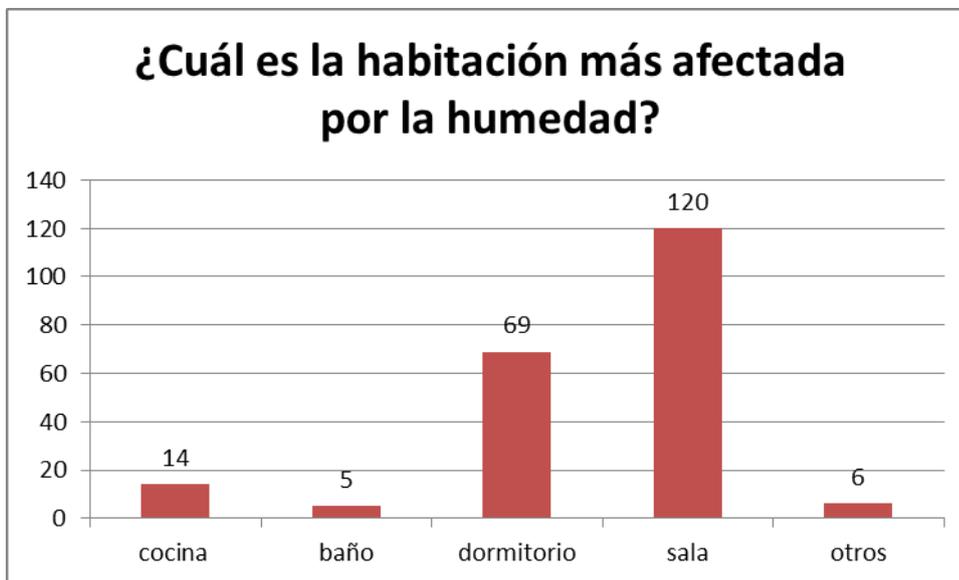


Figura 34. Ítem I, pregunta N° 5

Fuente: Elaboración propia.

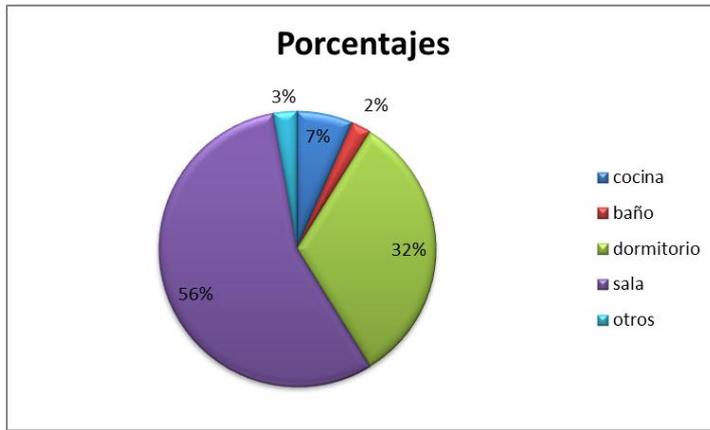


Figura 35. Porcentajes de la habitación más afectada

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5. La casa tuvo asesoría de un ingeniero, arquitecto, maestro, obrero u otro: Se resumió en la figura 35 esta pregunta, en asesoría de algún profesional, para simplificar la respuesta según la necesidad de la tesis. Como vemos en la figura 35 solo 17 de las 167 viviendas tuvieron asesoría de un profesional y 150 (90%, la moda) no contaron con esta asesoría sino la de maestros, obreros, etc, quienes en mayoría no cuentan con grado técnico en la construcción, lo cual hace evidente la informalidad de las viviendas.



Figura 36. Ítem I, pregunta N°.6

Fuente: Elaboración propia.

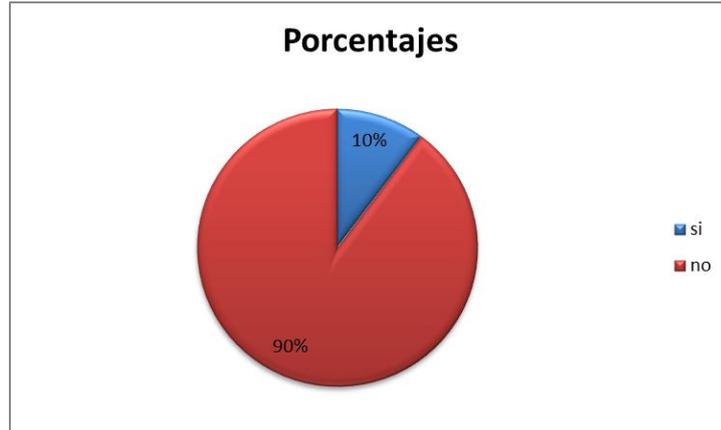


Figura 37. Porcentajes de la asesoría de algún profesional.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.6. Uso de alguna técnica o producto: Se presentaron 138 personas (81%) que no usaron ninguna técnica o producto para solucionar su problema de humedad, siendo este valor la moda.

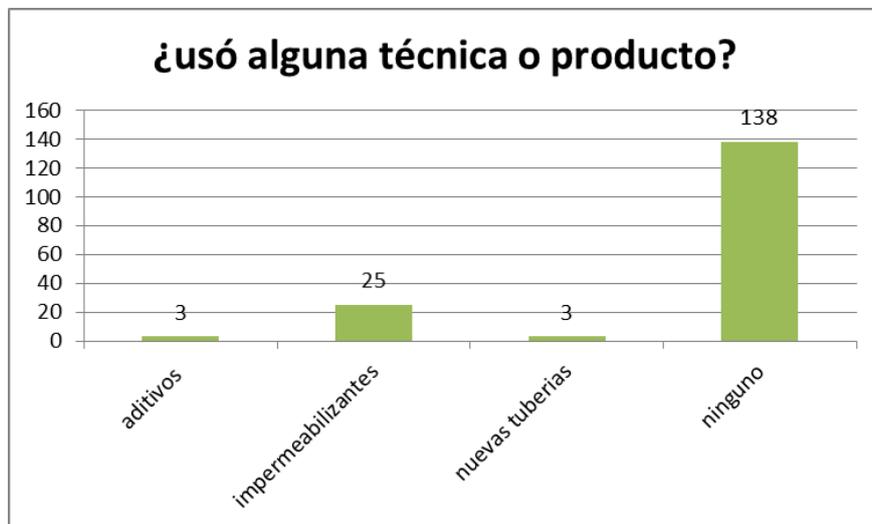


Figura 38. Ítem III, pregunta N°.1

Fuente: Elaboración propia.

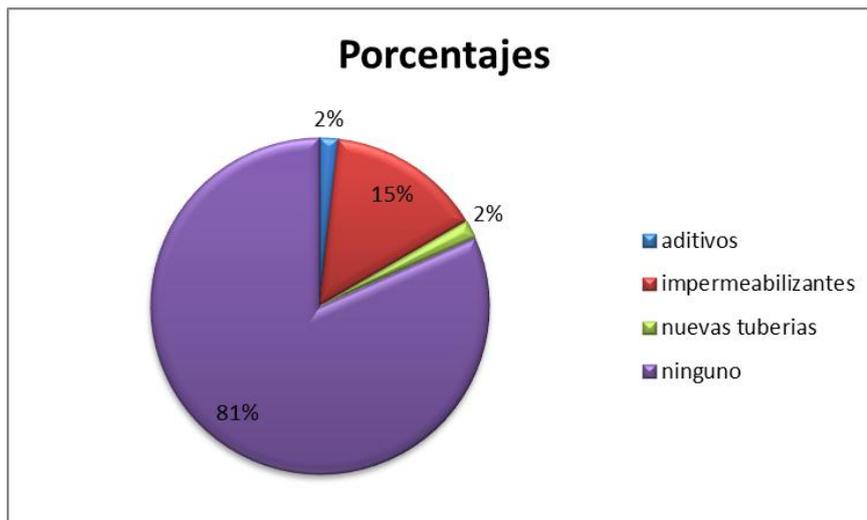


Figura 39. Porcentajes de técnicas o productos.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.7. Casos que se solucionaron con alguna técnica o producto: Se determinó que solo cuatro de las viviendas solucionaron su problema con la solución que le dieron. (uso de nuevo mortero con aditivo, extracción de mortero dañado y aplicación de nuevo mortero, y dos usaron impermeabilizantes).

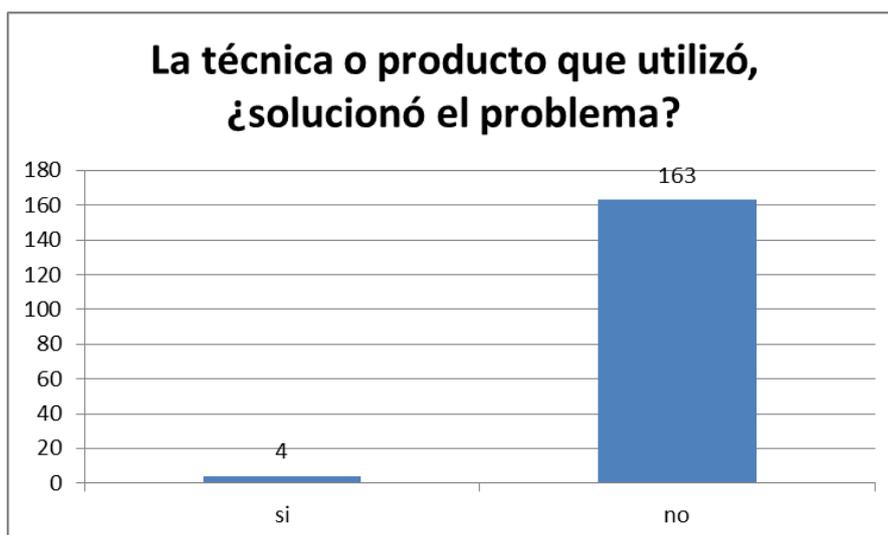


Figura 40. Casos que se solucionaron.

Fuente: Elaboración propia.

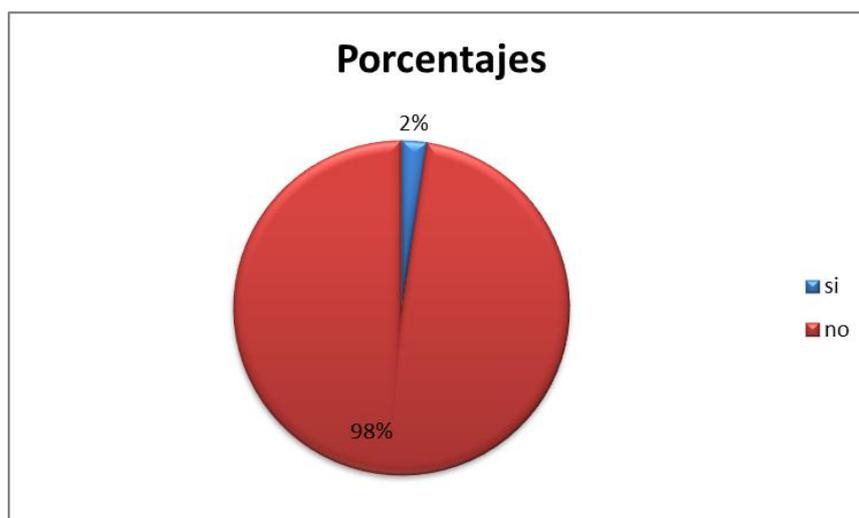


Figura 41. Porcentajes de casos que se solucionaron.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.8. Interés de diagnóstico: Como se puede observar en la siguiente figura hay muy poco interés en las personas de saber que le ocurre a su vivienda respecto al problema de humedad siendo la moda de las personas sin interés 128 (77%).

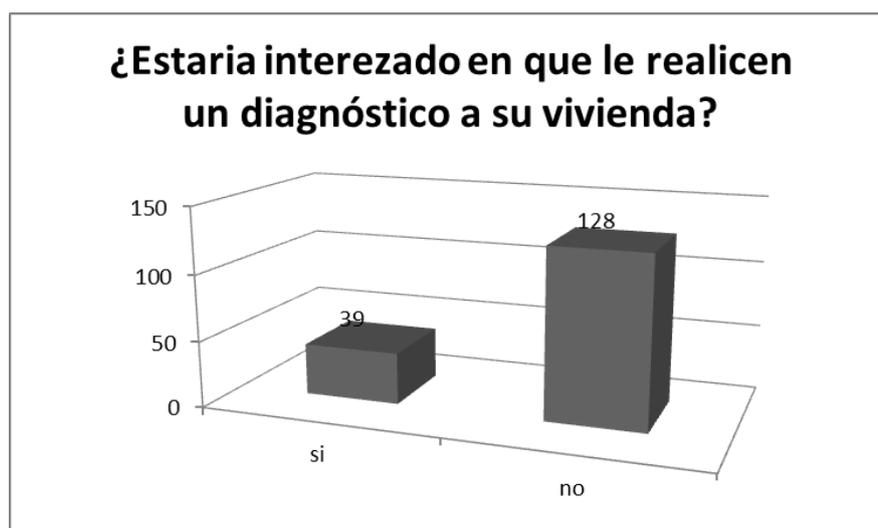


Figura 42. Ítem I, pregunta N°.7

Fuente: Elaboración propia.

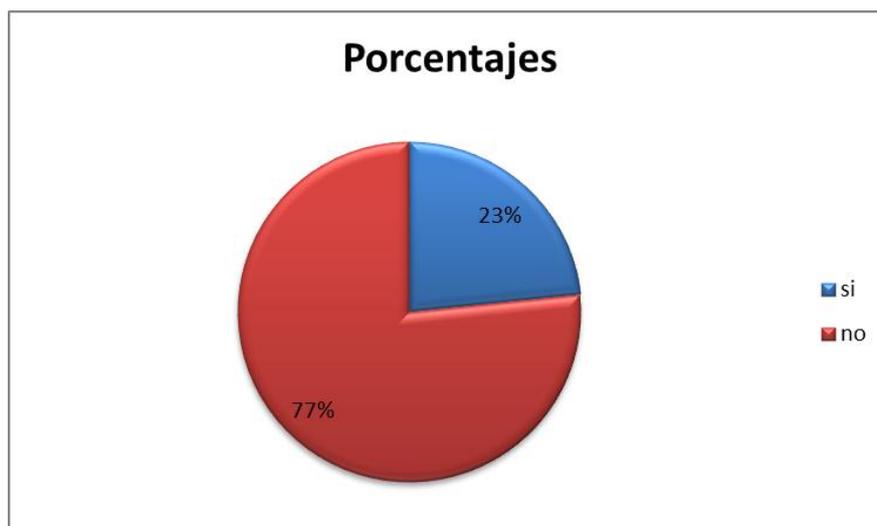


Figura 43. Porcentajes de interés de diagnóstico

Fuente: Elaboración propia.

4.1.9. Conocimiento de prevención: La figura 43 nos muestra la cantidad de personas que desconocen de la prevención de la humedad en las viviendas siendo este valor 153 (92%).

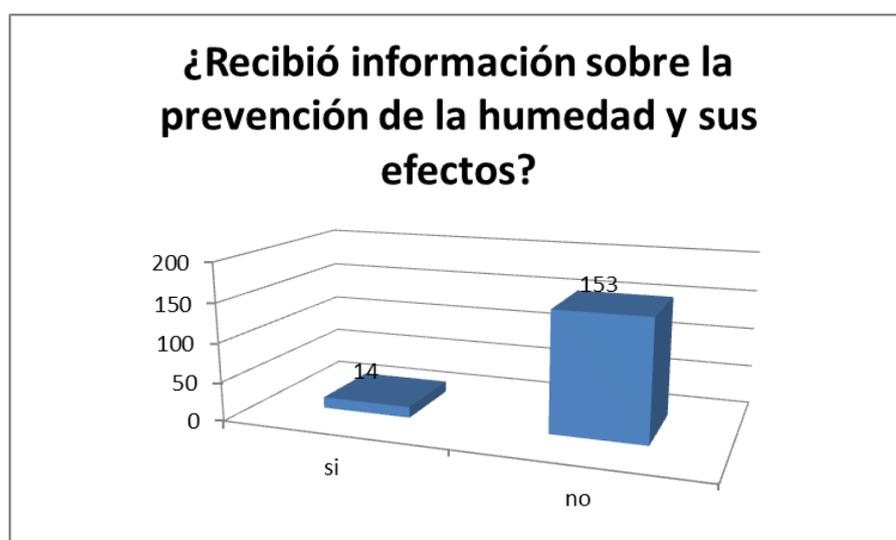


Figura 44. Ítem IV, pregunta N°.1

Fuente: Elaboración propia.

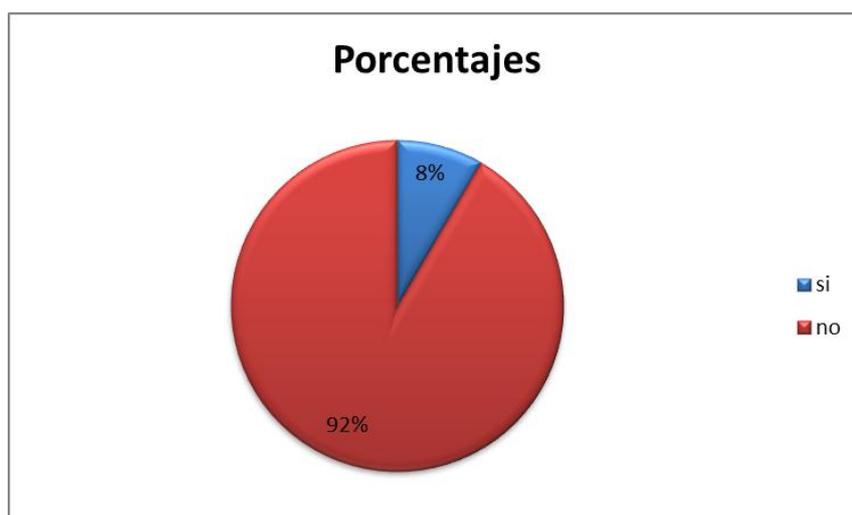


Figura 45. Porcentajes de conocimiento de prevención

Fuente: Elaboración propia.

4.1.10. Opinión sobre las principales causas de humedad: Se determinó por medio de una pregunta libre del Item II, (Anexo 1) lo que piensa los pobladores del distrito acerca de a qué razón se debe la humedad según su opinión, a lo que ellos respondieron en su mayoría el terreno y las sales de terreno.

4.2. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO, PREVENCION Y REPARACION DE LAS VIVIENDAS SELECCIONADAS: De acuerdo con los gráficos estadísticos de la sección anterior se determinó que el síntoma más predominante de las viviendas de la muestra es el salitre con despegues de pinturas, por lo tanto entre los casos severos que tiene interés de diagnóstico se eligió 3 casos los cuales se analizaran a continuación:

Los resultados se presentaran a continuación:

4.2.1. CASO 1

- A. Descripción y Antecedentes: Vivienda ubicada en la Asoc. José. A. Quiñones Mz X, Lte 18, cuenta con 16 años de edad aproximadamente según el propietario. La casa no contó con asesoría de un profesional, solo de un maestro para la construcción.
- B. Observación Visual de la problemática: el problema era visible en la fachada de la vivienda y el propietario facilitó ver el interior de la vivienda. Se observa eflorescencia, despegues de pintura, hongos y moho, humedad ascendente con forma, que abarca un 1.60m de altura en el muro de mayor longitud.



Figura 46. Fachada de la vivienda

Fuente: Elaboración propia



Figura 47. Interior de la vivienda con mancha de humedad.

Fuente: Elaboración propia

- C. Toma de datos: La humedad relativa de la casa en la mañana era 48% con temperatura de 32°C (verano). Se hizo el ensayo de esclerometría de la columna señalada con círculo rojo para hallar la resistencia aproximada ya que está siendo afectada por algún tipo de humedad.



Figura 48. Ensayo de esclerometría

Fuente: Elaboración propia

La resistencia promedio obtenida de 10 golpes del área de la columna afectada por la humedad de capilaridad fue de 117 Kg/cm².

- D. Análisis del proceso patológico: el problema de humedad de la vivienda claramente se debe a una humedad por capilaridad asociada a una filtración que produce el agua de riego de la cascada, el contenedor al que discurre el agua tiene un sumidero, habría que considerar probable una mala instalación o fuga en el drenaje, y arreglarlo inmediatamente. Respecto al daño éste incluye al muro aledaño a la puerta. Por lo que se concluye daño severo por la humedad que degrada los materiales, lo cual lo comprueba la resistencia obtenida en la columna de 117 Kg/cm², demasiada baja considerando el

mínimo de la norma E.070 de 175 Kg/cm². Según el Departamento de Estudios de la Municipalidad distrital Gregorio Albarracín (2014) el factor que influye en el problema de filtración y capilaridad en esta zona del Distrito es la presencia mediana de sales (cloruros y sulfatos).

E. Recomendaciones:

a. De la reparación:

Paso 1

Evaluar y reparar las causas de filtración en el drenaje de la cascada (sumidero, falla en la tubería, grietas en la estructura de la cascada, etc.).

Paso 2

Retirar el mortero de revestimiento dañado de las estructuras afectadas y limpiar los ladrillos con escobilla de cerdas suaves aplicando un producto de limpieza como **Chema Clean Multiuso**.

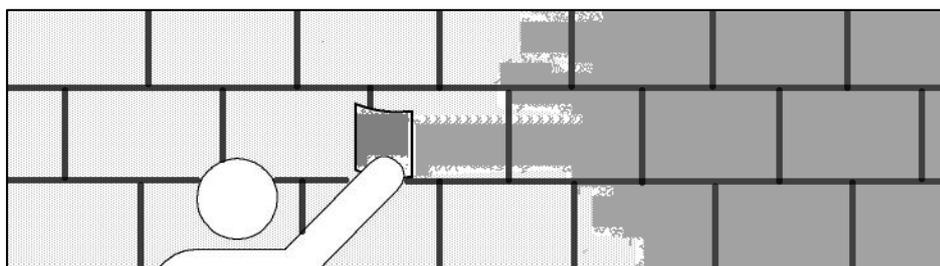


Figura 49. Procedimiento de limpieza.

Fuente: Elaboración propia

Paso 3

En los muros interiores se recomienda agregar nuevo mortero con aditivo impermeabilizante como **Chema 1 Polvo**. En la fachada, se puede aplicar el mortero impermeabilizante como zócalo de mortero hidrófugo (Fig. 22), otra alternativa es que después de aplicar mortero común inyectar algún producto antihumedad al muro (**SikaMur InjectoCream-100**), ya que el suelo absorbió cierto grado de humedad de la falla y con esto se evitará que las sales vuelvan a subir.

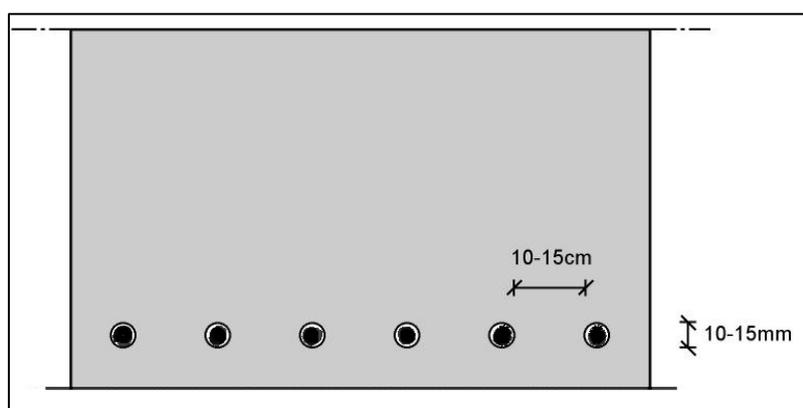


Figura 50. Procedimiento previa inyección.

Fuente: Elaboración propia.

b. Prevención:

Paso 1

Antes de la construcción se debe realizar un estudio de suelo del terreno o por lo menos solicitar a la Municipalidad un estudio de suelo de alguna obra de la zona (antecedentes de sales solubles o agua subterránea).

Paso 2

Se debe verificar la correcta instalación de drenaje de la cascada con pruebas continuas.

Paso 3

Colocar una inyección hidrófuga en la parte inferior del muro como **SikaMur InjectoCream-100** antes de colocar la cascada por si hubiere alguna filtración no prevista y para evitar la humedad del mismo suelo con sales solubles. (Fig. 50).

Paso 4

Una propuesta para aislar la humedad proveniente de la cascada que podría tener grietas entre piedras, sería construirla a 0.50 m de la pared y utilizar un sistema de drenaje McDrain (Fig. 11).

4.2.2. CASO 2

- A. Descripción y Antecedentes: Vivienda ubicada en la Asoc. José. A. Quiñones Mz Y, Lte 10, cuenta con 15 años de edad aproximadamente según el propietario. La casa no contó con asesoría de un profesional, solo de un maestro para la construcción y un arquitecto para el diseño de plano de arquitectura.
- B. Observación Visual de la problemática: el problema era visible en la fachada de la vivienda entre las dos puertas y el propietario facilitó ver el interior de

la vivienda. Se observa eflorescencia y despegues de pintura en varias zonas según las siguientes figuras:



Figura 51. Fachada de la vivienda.

Fuente: Elaboración propia



Figura 52. Vista aumentada de la mancha de 0.54m máximo de altura.

Fuente: Elaboración propia



Figura 53. Muro de la cochera con eflorescencia.

Fuente: Elaboración propia



Figura 54. Muro con mancha con formas circulares en dormitorio

Fuente: Elaboración propia



Figura 55. Muro con mancha circular intensa en dormitorio.

Fuente: Elaboración propia



Figura 56. Muro con mancha circular en dormitorio.

Fuente: Elaboración propia

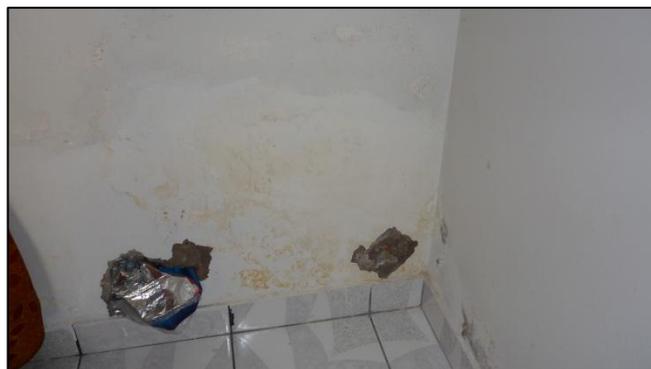


Figura 57. Muro de la figura 56 vista posterior.

Fuente: Elaboración propia



Figura 58. Columna afectada por la humedad.

Fuente: Elaboración propia



Figura 59. Colindancia con SS.HH.

Fuente: Elaboración propia

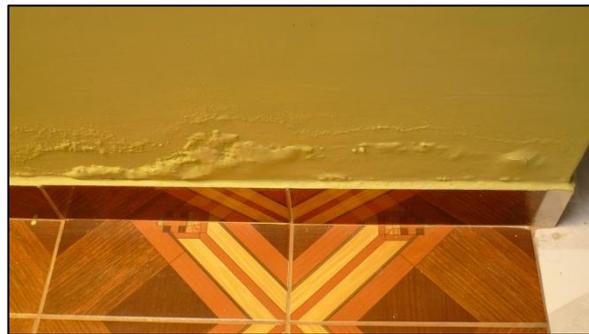


Figura 60. Muro de pasadizo

Fuente: Elaboración propia



Figura 61. Acercamiento de la figura 60

Fuente: Elaboración propia

C. Toma de datos: La humedad relativa de la casa a las 17:00 horas era 75% con temperatura de 21°C. (invierno). Se tomó muestras de mortero de los muros de dormitorio, pasadizo, de la columna afectada se tomó muestra de concreto. Se procedió a medir la humedad relativa de varios puntos a lo largo de los muros de dormitorio y del muro del pasadizo.

a. Comprobación de sales por medio de conductividad.



Figura 62. Muestras diluidas

Fuente: Elaboración propia

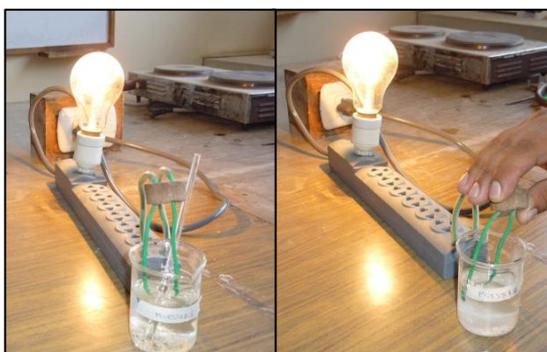


Figura 63. Muestras 1 y 2 respectivamente.

Fuente: Elaboración propia

Las muestras 1 y 2 corresponden al muro del pasadizo y de la zona del dormitorio con mayor deterioro respectivamente. Fueron diluidas como polvo en agua destilada y pasadas al equipo de conductividad para ver si se comportan como sales (el foco se ilumina cuando lo son).

b. Medición de la humedad material con escala gráfica.

- Dormitorio: Se midió la humedad relativa con el higrómetro de pelo de las zonas afectadas y también de una zona sana, como se muestra en siguiente figura.

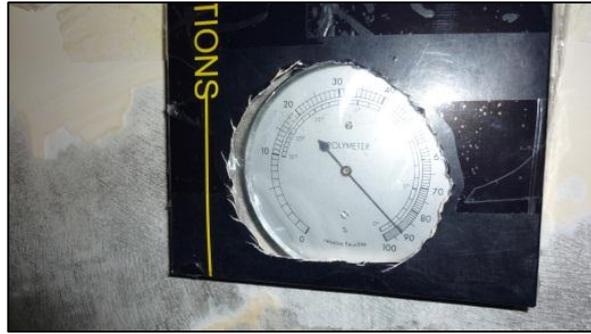


Figura 64. Medición con higrómetro de pelo

Fuente: Elaboración propia

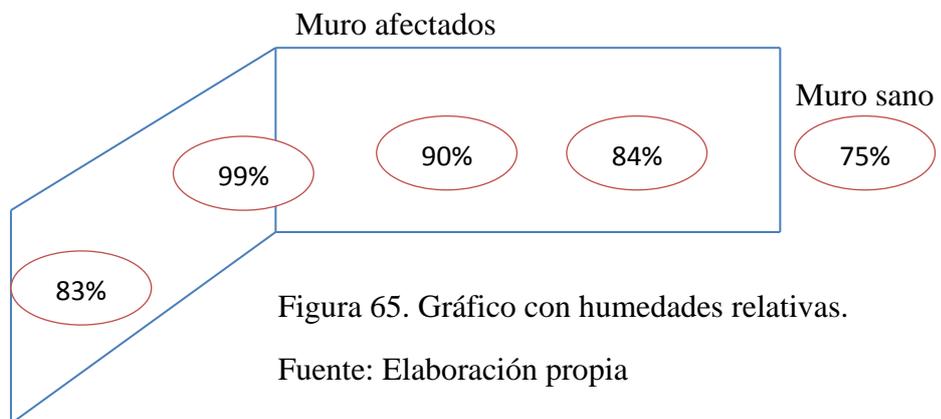


Figura 65. Gráfico con humedades relativas.

Fuente: Elaboración propia

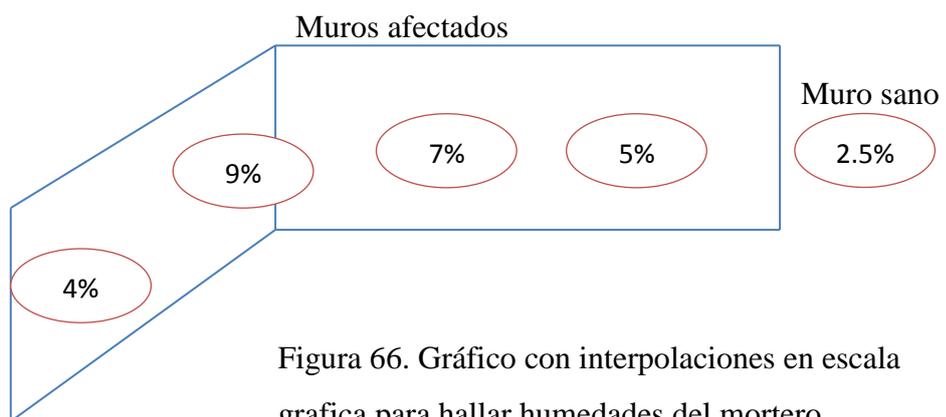


Figura 66. Gráfico con interpolaciones en escala grafica para hallar humedades del mortero.

Fuente: Elaboración propia

- Pasadizo:

La humedad relativa del pasadoizo fue 81% que equivale a 3.8% en humedad de mortero según la escala gráfica.

- Fachada:

No fue posible medir el muro ya que al estar en contacto con el calor del sol sería la humedad del ambiente.

c. Medición de resistencia en concreto sano y afectado con esclerómetro.



Figura 67. Ensayo de esclerometría de zona sana.

Fuente: Elaboración propia



Figura 68. Ensayo de esclerometría de zona afectada

Fuente: Elaboración propia

d. Medición de Ph del concreto con potenciómetro.



Figura 69. Medición de pH.

Fuente: Elaboración propia

D. Análisis del proceso patológico: el problema de humedad de la vivienda consiste:

En primer lugar analizando el dormitorio, las manchas tienen formas irregulares formando círculos además la cercanía del baño hace que se pueda concluir en una filtración de agua de tubería, falla en la instalación y daño a los muros (a partir de 5% la humedad es peligrosa). También se comprobó por medio de la conductividad que el mortero ya reaccionó con el agua formando sales solubles. La humedad de un muro sano es de 2.5% en invierno por lo tanto es el valor correcto que deberían tener los muros. Se midió la resistencia de la columna afectada y sana los cuales dieron 210 y 219 Kg/cm² respectivamente, las cuales están dentro de lo normal pero nos muestran una disminución con la filtración. El Ph del muro rebeló el valor de 9.79 de Ph lo cual indica que el acero en el concreto con ese Ph es vulnerable a la corrosión ya que está por debajo de 10.

En segundo lugar se analizó el muro de pasadizo el cual tenía una humedad dentro del estado sano pero con un contenido de sales lo cual hace posible determinar que es humedad proveniente del suelo o capilaridad.

En tercer lugar el muro observado en la cochera por información de la familia es producto de agua de lluvia de hace un año que saturó el piso y subió al muro.

En cuarto lugar, con respecto al muro de la fachada, el propietario informó que se debe a una fuga de la caja de agua y esa área está expuesta además a excrementos de animales.

Según el Departamento de Estudios de la Municipalidad distrital Gregorio Albarracín (2014) el factor que influye en el problema de filtración y capilaridad en esta zona del Distrito es la presencia mediana de sales (cloruros y sulfatos).

E. Recomendaciones:

a. Reparación

Dormitorio:

Paso 1

Abrir muro con cincel y martillo en la ubicación de la mancha con mayor porcentaje de humedad (Fig. 55), evaluando si es deterioro de la tubería cambiarla o si es que ha cedido el pegamento de las uniones repararlo.

Paso 2

Retirar el mortero dañado de la zona de filtración (mancha) ya que está saturado no solo de humedad sino de sales que se activaron con la filtración.

Paso 3

Limpiar los ladrillos con un producto de limpieza como **Chema Clean Multiuso**. (Fig. 49).

Paso 4

Esperar el secado natural por unas tres semanas o usar calefactores para eliminar la humedad absorbida en los materiales y volver a aplicar el producto de limpieza para las sales posteriores.

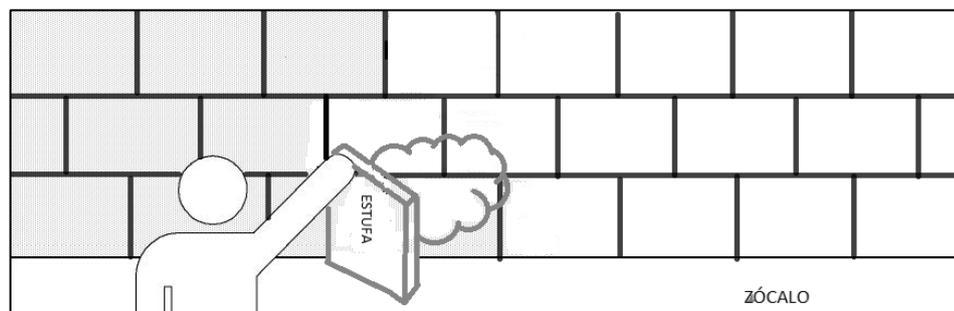


Figura 70. Secado con calefactores.

Fuente: Elaboración propia.

Paso 5

Aplicar mortero con aditivo impermeabilizante como **Sika-1** en la zona con una mezcla del 2% en peso del cemento según Sika (2017).



Figura 71. Mezcla de mortero y aditivo.

Fuente: Sika (2017).

Paso 6

Se debe proteger el acero estructural de la columna con inhibidores anódicos, tales como el nitrito de calcio (**Sika CNI**) ya que son vulnerables a la corrosión. Agregar este producto a la mezcla de concreto de vaceado sin antes limpiar la superficie de existir corrosión con un producto como **Chema removedor de óxido**.

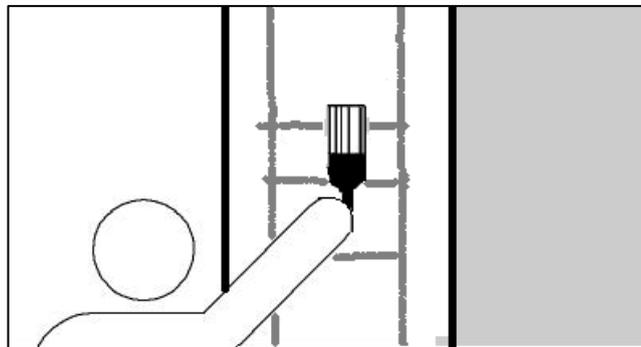


Figura 72. Previa limpieza de acero.

Fuente: Elaboración propia.

Pasadizo:

Paso 7

Para reparar el muro de pasadizo es necesario retirar las sales naturalmente con un cepillo de cerdas metálicas, eliminando gran parte

de pintura erosionada y mortero y/o aplicar un producto comercial de limpieza.

Paso 8

Aplicar un impermeabilizante a lo largo del muro a base de resinas sintéticas como **Chema Top Antisalitre Tipo Pintura**. Para el pintado aplicar pintura hidrorrepelente.

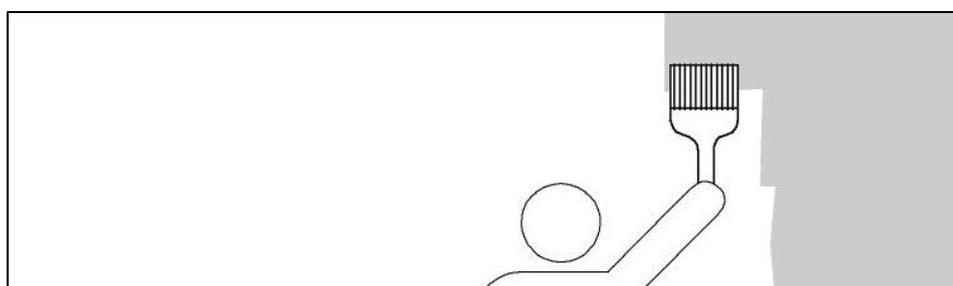


Figura 73. Aplicación del impermeabilizante.

Fuente: Fernández (2008).

Cochera:

Paso 9

En la cochera al igual que el muro de pasadizo se puede limpiar y aplicar un impermeabilizante a base de resinas sintéticas y por el exterior además agregar pintura hidrorrepelente. (Fig. 73).

Fachada:

Paso 10

En la fachada solo queda retirar el mortero dañado y aplicar un mortero hidrófugo con un aditivo como **Chema 1 Polvo** que no permita el paso de líquidos y sales. Protegerlo de excrementos animales con cerámica.

b. Prevención:

Paso 1

Se debe verificar la correcta instalación del sistema de agua potable con pruebas continuas de baños y cocinas.

Paso 2

Según Leroy Merlin (2003) para evitar que los muros de ladrillo absorban la humedad del terreno, se intercala una lámina bituminosa en una de las juntas del mortero a 15 cm del suelo aproximadamente.

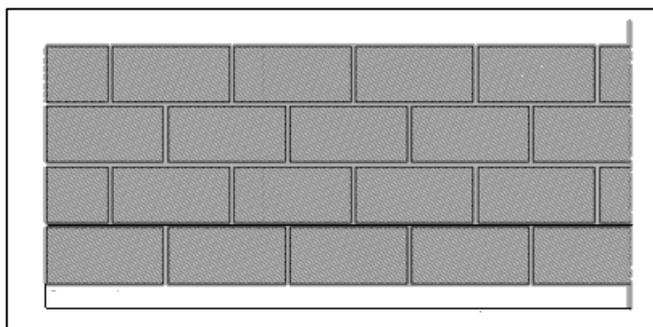


Figura 74. Lamina bituminosa en muro de ladrillo

Fuente: Elaboración propia.

Paso 3

Colocar barreras anticapilares antes de la construcción de los muros (Fig. 16), aplicar al terreno entre el 5 y 15% del total de bentonita sódica o aplicar aditivos que impermeabilicen el mortero son buenas opciones para evitar el ascenso de la humedad y sales.

Paso 4

Para prevenir al agua de lluvia en la cochera debe agregarse un sumidero para la evacuación de agua.

Paso 5

La fachada se puede cubrir con cerámica a modo de proteger al muro del excremento de animales.

4.2.3. CASO 3

- A. Descripción y Antecedentes: Vivienda ubicada en la Asoc. Las Américas Mz V, Lte 8, cuenta con 16 años de edad aproximadamente según el propietario. La casa no contó con asesoría de un profesional, solo de un maestro para la construcción. En el plano del Anexo 3 se ubican las viviendas seleccionadas de color rojo.
- B. Observación Visual de la problemática: el problema era visible en la fachada de la vivienda y el propietario facilito ver el interior de la vivienda. Se observa efloroscencia en los pisos más que muros interiores.

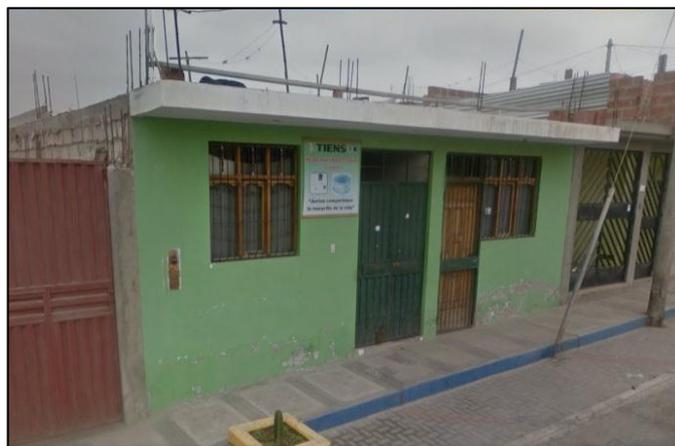


Figura 75. Fachada de la vivienda

Fuente: Elaboración propia



Figura 76. Piso con eflorescencia.

Fuente: Elaboración propia



Figura 77. Piso con eflorescencia, otra vista.

Fuente: Elaboración propia

- C. Toma de datos: La humedad relativa de la casa era 54.9 % a horas de la tarde con temperatura de 30°C. (verano). Se tomó muestras de mortero de la losa de piso para comprobar la existencia de sales solubles.



Figura 78. Medición con higrómetro digital.

Fuente: Elaboración propia

- a. Comprobación de sales por medio de conductividad.



Figura 79. Muestra de piso.

Fuente: Elaboración propia



Figura 80. Muestra 3 en conductividad

Fuente: Elaboración propia

- b. Medición de resistencia en concreto sano y afectado con esclerómetro.



Figura 81. Ensayo de esclerometría de zona sana del piso.

Fuente: Elaboración propia



Figura 82. Ensayo de esclerometría de zona afectada del piso.

Fuente: Elaboración propia

D. Análisis del proceso patológico: el problema de humedad de la vivienda claramente se debe a una humedad por capilaridad ya que la muestra tomada del piso revelo contenido de sales solubles, los muros también están afectados en la parte inferior con despegues de pintura. Según el Departamento de Estudios de la Municipalidad distrital Gregorio Albarracín (2011) el suelo de la Asoc. Las Américas presenta un alto contenido de sales (cloruros y sulfatos), lo cual influye junto con la humedad en el proceso de daño al material constructivo. La resistencia según esclerometría de la zona sana y afectada es de 167 y 163 Kg/cm² respectivamente, ambos valores están fuera del mínimo establecido por la norma debido a la humedad y además se ve una disminución continua si no se soluciona el problema.

E. Recomendaciones:

a. De la reparación

Paso 1

Para la fachada y los muros afectados se recomienda limpiar las sales del mortero con algún producto comercial como **Chema Clean Multiuso** y aplicar un producto a base de resinas de silicona.

Paso 2

Para el piso afectado por la humedad y su efecto la eflorescencia se recomienda destruir y rehacer el piso utilizando bentonita sódica o polietileno para evitar el ascenso de humedad con sales, o bien usar un cemento portland puzolánico IP en la mezcla.

b. Prevención:

Paso 1

Hacer un estudio de suelos o buscar un estudio por lo menos de la asociación para prevenir.

Paso 2

Se puede prevenir aplicando bentonita sódica a modo de geomembrana (Fig. 11) o utilizando polietileno, usando cemento puzolánico tipo IP en el concreto para la losa de piso.

4.3. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

- En primer lugar se comprobó la **HIPÓTESIS GENERAL** si es posible diagnosticar, reparar las viviendas de albañilería con problemas de humedad y prevenir en nuevas viviendas del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa – Provincia Tacna – Departamento Tacna, la cual se explica en las hipótesis específicas.
- En segundo lugar se comprobó la **PRIMERA HIPÓTESIS ESPECÍFICA** en base a la encuesta y diagnóstico de que las principales causas de la humedad de las viviendas de albañilería seleccionadas de la muestra del Distrito Gregorio Albarracín son debido a lluvia, condensación higroscópica asociada a la capilaridad porque las sales están en los poros del material, la capilaridad, accidentes como rotura de cañerías y otros factores relacionados que contribuyeron al problema son el clima según la figura 9 y 10 porque la

humedad relativa llega hasta 90%; el suelo ya que está compuesto por sales solubles lo que en efecto advierte que los agregados de la cantera del distrito tienen también contenido de sales solubles que son un peligro latente en época de lluvia; la construcción como la ausencia de detalles de unión (instalaciones sanitarias) a través de los años y todos estos acompañados a la falta de asesoría profesional especializada.

- En tercer lugar se comprobó la SEGUNDA HIPÓTESIS ESPECÍFICA, sí es posible reparar las viviendas de albañilería seleccionadas del Distrito Gregorio Albarracín con problemas de humedad con las propuestas técnicas disponibles en base a la limpieza de sales, de moho, uso de impermeabilizantes y aditivos mencionados por diversos autores.

- En cuarto lugar se comprobó la TERCERA HIPÓTESIS ESPECÍFICA, sí se previene la humedad de las nuevas viviendas de albañilería del Distrito debido a la existencia de impermeabilizantes, aditivos y barreras anticapilares mencionados por diversos autores.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- Las principales causas de la humedad de las viviendas de albañilería seleccionadas de la muestra del Distrito Gregorio Albarracín son debido a lluvia, condensación higroscópica asociada a la capilaridad porque las sales están en los poros del material, la capilaridad, accidentes como rotura de cañerías y otros factores relacionados que contribuyeron al problema son el clima según la figura 9 y 10 porque la humedad relativa llega hasta 90%; el suelo ya que está compuesto por sales solubles lo que en efecto advierte que los agregados de la cantera del distrito tienen también contenido de sales solubles que son un peligro latente en época de lluvia; el proceso de construcción en la ausencia de detalles de unión (instalaciones sanitarias) a través de los años y todos estos acompañados a la falta de asesoría profesional especializada.
- Hay propuestas técnicas disponibles en base a la limpieza de sales, de moho, uso de impermeabilizantes y aditivos que se ha planteado de acuerdo a diversos autores como Del Río (2008), Broto & Soria (2005), Jiménez (2003), Florentín & Granada (2009), etc para reparar las viviendas de albañilería seleccionadas del Distrito Gregorio Albarracín con problemas de humedad, en tres casos; los cuales nos demuestran que hay niveles de daño en los cuales la reparación es definitiva, lo sustenta cuatro casos de la encuesta que solucionaron utilizando aditivos, impermeabilizantes y en otros debiera repetirse el proceso reparativo.

- Se ha propuesto recomendaciones para prevenir la humedad en nuevas viviendas de albañilería del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa en base a la existencia de impermeabilizantes, aditivos y barreras anticapilares mencionados por diversos autores como Florentín & Granada (2009), Bradanovic (2007), Broto & Soria (2005), Fernández (2008), Bettor MBT (s.f.), etc ya que la mejor manera de evitar los problemas de humedad es la prevención, desde el desarrollo del proyecto y ejecución.

Otras conclusiones:

- Mediante la encuesta realizada se concluye que el 80% de las viviendas del Distrito Gregorio Albarracín presentan problemas de humedad.
- Solo el 10% recibió asesoría de un profesional especializado como arquitecto o ingeniero para la construcción de su vivienda.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda a las universidades a través de las escuelas de Ingeniería Civil implementar el laboratorio con equipos especializados y específicos para el diagnóstico de la patología (humedad) usados en otros países desarrollados, para que otros tesisistas puedan continuar con la investigación a nivel de la región Tacna.
- Se recomienda al propietario reparar los problemas de humedad a la brevedad ya que con el tiempo se agrava y puede afectar la estructura de acero, la seguridad ante un desastre y su propia salud.
- Se recomienda a los Gobiernos Municipales realizar campañas a modo de aporte social sobre medidas de prevención del problema de la humedad luego supervisar el cumplimiento de las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones en la revisión y aprobación de licencias de construcción con el fin de mitigar el daño de la humedad.

BIBLIOGRAFÍA

- Al-Ostaz A. (2004). Final Report: Diagnostic Evaluation and Repair of deteriorated concrete bridges. Department of civil engineering. The University of Mississippi. Recuperado de https://ntl.bts.gov/lib/44000/44500/44562/State_Study_169_-_Diagnostic_Evaluation_and_Repair_of_Deteriorated_Concrete_Bridges.pdf
- Álvarez et al. , (2005) Química II. Manual de Actividades Experimentales Para El Alumno. Dirección general del colegio de ciencias y humanidades. México. Recuperado de <https://books.google.com.pe/>
- Arquitectura y empresa. España. (2017). Método Knapen para la eliminación de humedades. Recuperado de <https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/metodo-knapen-para-la-eliminacion-de-humedades>
- Barbosa, Y. (2013). El fenómeno de las filtraciones en viviendas unifamiliares: Manual para la detección y corrección de las causas que la originan (Tesis de pre-grado). Universidad Nueva Esparta. Venezuela. Recuperado de: <http://www.miunespace.une.edu.ve/jspui/bitstream/123456789/2267/1/TG5028.pdf>
- Beissier. (s.f.). Tratamiento de Humedades. España. Recuperado de http://liveplace.com/pt/Certificados_FichasTecnicas/FC/Guia_TratamientoDeHumedades_Beissier_FC.pdf
- Begoña D. & Quintanal J. (s.f.). Métodos de Investigación y Diagnóstico en la educación. Recuperado de

<http://brayebran.aprenderapensar.net/files/2010/10/TECNICAS-DE-INVEST.pdf>

Berrios A. & Lizano D. (2009). “Estudio de Zonificación geotécnica en suelos superficiales en áreas de expansión urbana del distrito Gregorio Albarracín -Tacna” Tesis de Pre-grado, Universidad Privada de Tacna.

Bettor MBT. (s.f.). Monografías de formación. aditivos para hormigón. Recuperado de http://www.concretonline.com/pdf/06aditivos/art_tec/AditivosMF.pdf

Biocarbo (s.f.).Bentonita como Impermeabilizante Recuperado de <http://www.smartienda.cl/smartwebsite/pruebas/3668/BU8.PDF>

Bradanic T. (2007). Arcillas y bentonitas. Recuperado de <http://www.bradanic.cl/fortuna/bentonita.pdf>

Bricoficha (2006). Como combatir la humedad. Recuperado de

www.biblioises.com.ar/Contenido/600/690/combatar%20la%20humedad.pdf

Broto, C. & Soria, V. (Eds.). (2005). Enciclopedia Broto de las Patologías de la Construcción. Recuperado de: <https://higieneyseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/>

Buralla, E. (2012). Estudio del efecto de los inhibidores de la corrosión en armaduras del hormigón. Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Valencia.

Cadiegues, R. (1959). Aislamiento y protección de las construcciones. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.

- Calama, J. M. & Canivell, J. (s.f.). Análisis patológico de los paramentos de la muralla Almohade de Sevilla tramo comprendido entre la puerta de la Macarena y el jardín del Valle. Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Sevilla. Sevilla (España).
- Carpio, C. (2008). Rescate de edificios dañados por sismos. Congreso Nacional de Administración y Tecnología para la Arquitectura, Ingeniería y Diseño. México.
- Carvajal, A. & Guzmán, F. (2005). Estudio de Aditivos Inhibidores de Corrosión para Estructuras de Hormigón Armado. Revista de la Construcción. Vol. 4 N° 2. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1276/127619745003.pdf>
- Castorena González J.H. et al. (2011). Análisis con elemento finito de los esfuerzos expansivos por corrosión en las estructuras de concreto reforzado. Vol.12 N°.1 México. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CCPEEU, 2003). Moho. pp. 1. Recuperado de <http://www.cdc.gov/mold/es/pdfs/faqs.pdf>
- Céspedes M. Resistencia a la compresión del concreto a partir de la velocidad de pulsos de ultrasonido. Tesis de Pre-grado. Universidad de Piura. Perú. Recuperado de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1338/ICI_100.pdf?sequence=1
- Chang, R. (2010). Química. Editorial Mc Graw Hill.
- Chema (2017). Productos. Recuperado de

<http://www.chema.com.pe/construccion/construccion/>

Chávez Vega J. Álvarez Rodríguez O. (2005). Metodología para el Diagnóstico y Restauración de Edificaciones. Revista de la Construcción. Vol. 4 N° 2.

Chevez, D. (17 de mayo de 2014). El 70% de las construcciones en Tacna no cuentan con licencia. Diario Correo. Recuperado de <http://diariocorreo.pe/ciudad/el-70-de-las-construcciones-en-tacna-no-cue-32664/>

Choisy, A. (2003), El arte de construir en Roma, Madrid, Ed. Reverté

Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de Murcia (s.f.). Manual prevención de fallos. Estanqueidad en fachadas. Recuperado de <https://www.carm.es/.../integra.servlets.BlobNoContenido?>

Condemarin, G. (2000). Mantenimiento de cubiertas e impermeabilización del establecimiento educacional. Guía N° 4. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001231/123153s.pdf>

Condori B. M. (2012). Investigación del conglomerado especial en la ciudad de Tacna. Tesis de Pre-grado, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima-Perú. Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1307>

Corporación de Desarrollo Tecnológico - Cámara Chilena de la Construcción. (2011). Revista N° 30: Humedad por Condensación en Viviendas, Prevención y Soluciones.

Del Real, A. (2015). Estudio de las patologías de la Iglesia de Santamaría en Camprodón. Trabajo de fin de grado, Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona. España. Recuperado de

upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/81491/memoria.pdf

Del Río, A. (2008). Patología, Reparación y Refuerzo de estructuras de hormigón armado de edificación. Departamento de Estructuras de Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.

Departamento de Estudios de la Municipalidad distrital Gregorio Albarracín. (2011). Estudio de suelos del proyecto “Construcción de parque recreacional en la Junta Vecinal Las Américas II”.

Según el Departamento de Estudios de la Municipalidad distrital Gregorio Albarracín (2014). Estudio de suelos del proyecto “Mejoramiento de la infraestructura vial en las Asociaciones de vivienda José A. Quiñones, Cruz del sur y Promuvi La Molina”.

Dib, S. (2009). Diagnóstico, Prevención y Reparación de Humedades en Viviendas. (Tesis de Pre-grado, Universidad de las Américas Puebla).
Recuperado de:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/dib_a_s/portada.html

Dirección Regional de Salud (2015, 1 de julio). Conferencia de prensa: 18,000 casos de infecciones respiratorias en Tacna. El gran periódico del aire.
Recuperado de:
<http://elgranperiodicodelaire.com/index.php?a=leermas&id=1518>

Easy (s.f). Higrómetro electrónico Easy. Recuperado de

<http://www.download.bsg.es/pub/Oratge%20Instruments/Oratge%20Higrometro%20electronico%2081377.pdf>

- El Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de Valencia (s.f.). Patología de la edificación. Eflorescencias en fachada Volumen 43. pp. 1-3.
- Engenharia Civil. Brasil. (2017). Criptoflorescência. Recuperado de <https://www.engenhariacivil.com/dicionario/criptoflorescencia>
- Eroski Consumer. (2017). Eflorescencias: causas, prevención y tratamiento. Recuperado de http://www.consumer.es/web/es/bricolaje/albanileria_y_fontaneria/2004/03/30/97848.php
- Fernández, J. P. (2008). Humedad proveniente del suelo en edificaciones. (Tesis de Pre-grado, Universidad de Chile). Recuperado de: <http://docplayer.es/2126578-Humedad-proveniente-del-suelo-en-edificaciones.html>
- Fernández, L. & Rodríguez, C. (s.f.). Daños por corrosión en columnas de hormigón armado. Recuperado de <http://www.medicosdeedificios.com/pdf/danios-por-corrosion-en-estructuras-de-hormigon-armado.pdf>
- Fernández, M. (2012) Aplicaciones de refuerzos de estructuras en base a fibras de carbono. Recuperado de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/4351/5/FER20.pdf>
- Florentín M. M. & Granada R. D. (2009). Patologías Constructivas en los Edificios: Prevenciones y Soluciones. Recuperado de www.cevuna.una.py/innovacion/articulos/05.pdf

- Fombella, R. (1997). Eflorescencias en fachadas de ladrillo caravista.
Recuperado de
<http://www.conarquitectura.com/pdf%20NA/reducidos/na%205.pdf>
- Fundación Laboral de la construcción (2006-2016). Diccionario de la Construcción. Recuperado de
<http://www.diccionariodelaconstruccion.com/>
- García, S. (1995). Metodología de diagnóstico de humedades de capilaridad ascendente y condensación higroscópica, en edificios históricos. (Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid). Recuperado de:
<http://docplayer.es/2126723-Metodologia-de-diagnostico-de-humedades-de-capilaridad-ascendente-y-condensacion-higroscopica-en-edificios-historicos.html>
- García T. (2003). El cuestionario como instrumento de Investigación/evaluación. Recuperado de
http://www.univsantana.com/sociologia/El_Cuestionario.pdf
- Giordani, C. y Leone, D. (s.f.). Morteros y Hormigones. Recuperado de:
http://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Morteros%20y%20hormigones.pdf
- Gooding Garavito, N. (2009). Balance de Materia. Universidad Nacional de Colombia. Séptima Edición.
- Gorgas J, Cardiel N. & Zamorano J. (2011), Estadística Básica para estudiantes de ciencias. Universidad Complutense de Madrid.
- Gratwich, R.T. (1976). “La Humedad en la Construcción. Sus causas y remedios”. Barcelona: Editoriales Técnicos y Asociados.
- Guevara, M. E. (s.f.). Estructuras hidráulicas: Embalses.

- Guichen (1984). *Climate in Museums. Measurement*. ICCROM. Roma.
- Instituto de Defensa Civil. (2001). *Evaluación de daños sismo 2001*. Lima, Perú.
- Instituto Valenciano de la Edificación. (s.f.). *Degradación producida por eflorescencias de fachadas*. Recuperado de: <http://www.five.es/calidadentuvivienda/14-fe/163-degradacion-producida-por-eflorescencias-de-fachadas>
- Inversiones Hualix Perú (2017). *Termohigrómetro Análogo*. Recuperado de <http://www.hualix.com.pe/wpcproduct/termohigrometro-analogo-con-dial-5-5565/>
- Irassar, E., Di Maio, A. & Batic, O. (2010). *Deterioro del hormigón por cristalización de sales*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Recuperado de http://www.edutecne.utn.edu.ar/cinpar_2010/Topico%201/CINPAR%20146.pdf
- ITINTEC 331.017 (1978). *Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos*. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/90427679/NTP-331-017-1978-UNIDADES-DE-ALBANILERIA-Ladrillos-de-arcilla-usados-en-albanileria-Requisitos>
- ITINTEC 331.018 (1978). *Elementos de arcilla cocida. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Métodos de ensayo*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/168198870/ITINTEC-331-018>
- Jiménez, L. (2003). *Humedades en la construcción*. Barcelona: Ediciones Ceac, S.A.

- Kossodo S.A.C. (2017). Termohigrómetro. Recuperado de <http://www.kossodo.com/producto/termohigrmetro#.WReq3EU190w>
- León Vallejo, F.J. "Ensuciamiento de fachadas por contaminación atmosférica". Universidad de Valladolid, 1990. (pp. 63-65).
- Leroy Merlin (2003). Prevenir humedades en obra nueva 2. Muros enterrados, soleras, jardineras y piscinas. Recuperado de <http://www.biblioises.com.ar/Contenido/600/690/Como%20prevenir%20y%20proteger%20la%20casa%20de%20humedad%20-%202.pdf>
- López Rodríguez, F., Rodríguez Rodríguez, V., Santa Cruz Artorqui, J., Torreño Gómez, I. & Ubeda de Mingo, P. (2004). Manual de patología de la edificación. Tomo 3. Recuperado de https://www.edificacion.upm.es/personales/santacruz-old/Docencia/cursos/ManualPatologiaEdificacion_Tomo-3.pdf
- López, M. (2012). Programa de mantenimiento de equipo de Laboratorios de Tecnología de Alimentos y Dietóloga. Universidad Veracruzana. México. Recuperado de <https://www.uv.mx/nutrixal/files/2013/02/PROGRAMA-DE-MANTENIMIENTO-LAB.pdf>
- Meruane, C. & Garreaud, R. (2006). Determinación de Humedad en la Atmósfera Desarrollado. p. 8.
- Ministerio de Salud (2013). Principales Causas de Mortalidad 2013. Recuperado de <http://www.tacna.minsa.gob.pe/index.php?page=Morta13>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006-2016). Reglamento Nacional de Edificaciones y sus modificaciones.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2014). Mejoramiento del Servicio de Ordenamiento Territorial en la Provincia de Tacna. Plan

de Desarrollo Urbano de la ciudad de Tacna 2014 – 2023.
VOLUMEN I: Diagnóstico. Recuperado de
www.munitacna.gob.pe/msottac/descargaspy/archivos/1188550200_1405987265.pdf

Monjo, J. (1997). Patología de Cerramientos y Acabados Arquitectónicos.
Editorial Munilla-Leria. Madrid (2da ed.)

Mora, P. (1974). Causes of Deterioration of Mural paintings. ICCROM, Roma.

Municipalidad Distrital Crnl. Gregorio Albarracín. Plan de Desarrollo Local
Concertado 2011-2021. (2011). Recuperado de
http://cdn.munialbarracin.gob.pe/files/transp/plan_pol/PDMC/Plan_de_Desarrollo_2011_2021.pdf

Muñoz Ojeda, M. A. (2004). Patologías en la edificación de viviendas sociales,
especialmente con la humedad. Tesis de Pregrado. Universidad
Austral de Chile. Valdivia. Chile. Recuperado de
http://cybertesis.uach.cl/sdx/uach/notice.xsp?id=uach.2004.bmfcim971p-principal&qid=pcd-q&base=documents&id_doc=uach.2004.bmfcim971p&num=&query=&isid=uach.2004.bmfcim971p&dn=1

OMS (2009). Guía sobre calidad de aire interior: humedad y moho. Recuperado
de: www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2013-102_sp/sintomas.html

Ortiz, L. F. (2011). Influencia de la humedad en el deterioro de las viviendas del
barrio Obrero de la ciudad de Puyo, Cantón Pastaza, provincia de
Pastaza. (Tesis de pre-grado). Recuperado de:
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1368/1/Tesis%20618%20%20Ort%C3%ADz%20Medrano%20Luis%20Fernando.pdf>

- Osuna, J. J. (1998). Estudio General sobre las eflorescencias en obra. Frupesa: hormigones, prefabricados y áridos. Recuperado de <http://www.frupesa.com/uploads/media/Eflorescencias.pdf>
- Patología+Rehabilitación+construcción. (2017). P.C.A. Estado líquido. Humedades por capilaridad (3) Criptoflorescencias. Recuperado de <https://www.patologiasconstruccion.net/2014/07/p-c-estado-liquido-humedades-por-capilaridad-3-criptoflorescencias/>
- Peña, A. (2011).Glosario de términos (ingeniería civil). Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”. Extensión Maracay. Recuperado de <http://es.slideshare.net/henrywhite776/glosario-ingenieria-civil>
- Peñaranda, L. (2011) Conservando nuestro patrimonio. Manual para la conservación del patrimonio arquitectónico habitacional de Sucre. U.M.M. Patrimonio Histórico – PRAHS. Plan de rehabilitación de las áreas históricas de Sucre.
- Pineda, B., de Alvarado, E. & de Canales, F. (1994) Metodología de la investigación, Segunda edición. Organización Panamericana de la Salud. Washington.
- Piñeiro Martínez de Lecea, R., Gutiérrez Jiménez, J. P., Asenjo Monjín, V. (2006). Procesos patológicos frecuentes en edificación. Casos de estudio. p. 2. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IETcc-CSIC). Madrid. España.
- Public Health Madison & Dane County (s.f.). El moho. Recuperado de <https://www.publichealthmdc.com/documents/Mold-Sp.pdf>

Real Academia española. (2016). Diccionario de la Lengua española.

Recuperado de <http://dle.rae.es/?w=diccionario>

Reglamento Nacional de Edificaciones. Ministerio de Vivienda, Construcción y

Saneamiento. Sección III.2. NTE E. 070. Estructuras (2006).

Relieve en paredes (2012). Decoración de paredes con relieves. Recuperado de

<http://relieveenparedes.blogspot.pe/>

Rivera G. (s.f.). Aditivos para concreto y mortero. Recuperado de

<ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/geanrilo/docs/>

Rojas Echeverri, J. E. (2005) Problemas patológicos presentados en fachadas de

ladrillo a la vista tipo catalán en la ciudad de Medellín. Pregrado tesis,

Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. San Bartolomé, A.

(1994).

San Juan Fernandez, C.[carlos sanjuán fernandez] (11 de mayo de 2017). Para la

capilaridad se usa el zócalo ventilado o zocalo de mortero

macroporoso como monocapa. (comentario de Facebook).

Recuperado de

<https://www.facebook.com/groups/grupopatologia/?fref=nf>

Sika. (2017). Productos. Barreras Impermeabilizantes. Recuperado de

<http://per.sika.com/es/RD-impermeabilizantes-estructuras/soluciones>

Sika España. (14 de diciembre del 2010). Impermeabilización con SikaMur

InyectoCream-100 - Sika España. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=04ExS9d6740>

Soquina. (2017). Latex Hidrorepelente exterior. Recuperado de

www.codelpa.cl/content/download

Tarbutck, E.J. & Lutgens, F.K. (1999). Earth, an introduction to Physical Geology, Prentice Hall (6th ed.).

Universidad de Zulia. (2016). Física General. Recuperado de

<http://www.cmc.org.ve/tsweb/documentos/ApuntesfisII.pdf>

Ugarte J. (s.f.). Guía de Arquitectura Bioclimática Construir en países cálidos. ©

INSTITUTO DE ARQUITECTURA TROPICAL. Recuperado de

<http://www.arquitecturatropical.org/EDITORIAL/documents/GUIAB>

[IOCLIMATICACONSTRUIRCLIMACALIDO.pdf](http://www.arquitecturatropical.org/EDITORIAL/documents/GUIAB)

Weather Online (2016). Figura 8 y 9. Humedad relativa (%) y máximos y mínimos de temperatura (°C). Recuperado de

<http://www.woespana.es/weather/maps/city>

U.S. Environmental Protection Agency. (2016). Guía para el Control de la Humedad en el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Edificaciones. Recuperado de

<https://espanol.epa.gov/sites/production-es/files/2016->

[07/documents/moisture_control_guidance_spanish_april_2016_508_final.pdf](https://espanol.epa.gov/sites/production-es/files/2016-07/documents/moisture_control_guidance_spanish_april_2016_508_final.pdf)

Yura S.A. (2017). Cemento Portland Puzolánico Yura IP. Recuperado de

http://www.yura.com.pe/info/ficha_tecnica_1p.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario aplicado a la encuesta

Cuestionario sobre el problema de la Humedad en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa -Tacna

La presente encuesta responde a una tesis de pre-grado en ingeniería civil que busca dar solución al problema de la humedad el cual genera importantes daños estéticos degradando los materiales, tanto en el interior como en el exterior de las viviendas se manifiesta como: aparición de mohos, hongos y musgo, manchas de humedad, ampollas y desconchamiento de la pintura, condensación, sales y eflorescencias, pérdida de consistencia, oxidación de armaduras de hormigón, etc.

Marque con “x”, la respuesta que considera correcta o escríbalo en los espacios asignados.

I. VIVIENDAS QUE TIENEN PROBLEMAS DE HUMEDAD

1. Información básica de la vivienda encuestada.

- Dirección:
- Edad:

2. ¿Tiene su vivienda problemas de humedad en su estructura?

- Si (continua con la siguiente pregunta).
- No (se da por terminada la encuesta).

3. ¿Tiene su vivienda alguna de los siguientes problemas? Respuesta múltiple

- Hay moho, hongos, algas, etc. (manchas negras o verdes)
- Hay salitre (Manchas blancas) y despegues de pintura (Acabados).
- Olor a desagüe.
- Filtración de agua de tuberías.
- Filtración de agua de lluvia.
- Filtración de agua de jardín.

4. ¿Qué estructura de su vivienda se ve más afectada por la concentración de humedad y sus efectos mencionados anteriormente? (puede marcar más de una)

- Fachada
- Columnas
- Vigas
- Losas
- Muros

5. ¿Cuál es la habitación más afectada por la humedad en su vivienda?

- Cocina
- Baños
- Dormitorios
- Sala
- Otros ambientes

6. Su casa ha sido construida por asesoría de un:

- Ingeniero Civil
- Arquitecto
- Maestro de obra
- Obrero
- Otro _____

7. ¿Estaría interesado en que le realicen un diagnóstico para solucionar los problemas de humedad a su vivienda?

- Si
- No

II. INFORMACIÓN SOBRE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE LA HUMEDAD EN LAS VIVIENDAS

1. ¿Debido a qué razón usted piensa que su vivienda presenta humedad? _____

III. PROPUESTAS TÉCNICAS DISPONIBLES PARA LA REPARACIÓN

1. Para la reparación de su vivienda uso alguna técnica o producto ¿Qué utilizó?

- Aditivos (agregados que modifican las características del concreto).
- Impermeabilizantes
- Nuevas tuberías
- Ninguno

2. La técnica o producto que utilizó, ¿solucionó el problema?

- Si, ¿que usó? _____
- No

IV. RECOMENDACIONES PARA PREVENIR

1. ¿Alguna vez Ud. recibió información sobre la prevención de la humedad y sus efectos en sus viviendas?

- Si
- No

ASOCIACION	P4				P5	P6				P7	P8	
	Habitación		otras			Reparación		¿Dio solución?	Interes de diagnóstico			Prevención
	cocina	baño	dormitorio	sala		aditivos	impermeabilizantes					
Las Magnolias												
D-12	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
C-26	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
E-5	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
E-15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
I-15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
La Molina												
V-13	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
V-5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
V-10	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
V-18	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
T-18	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Las Americas												
V-8	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
W-35	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
U-27	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
T-18	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
A-19	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
P-39	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
R-26	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
O-14	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
N-8	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
F-8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
E-13	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
C-23	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
D-11	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
B-14	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Villa San Francisco												
107-11	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1
5 de noviembre												
A-4	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
A-6	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
F-10	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
I-12	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
J-9	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Arunta												
A-15	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0

ASOCIACION	P1		P2					P3						
	Humedad	Hongos y moho	Síntomas		Estructura									
			Salitre y despegues de pintura	F. de agua de tubería	F. de agua de lluvia	F. de agua de jardín	Fachada	Columnat	Vigas	Losas	Muros			
A-7	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
B3-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2-39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Los Sauces														
C-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E-22	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
E-10	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
C2-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-5	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
D-2	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
G-25	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
E-12	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
D-5	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
D-23	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
El Morro														
K-25	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
K-21	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
L-7	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
O-21	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
I-7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
J-9	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
K-13	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
K-12	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
N-10	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
N-11	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Las Vifas														
E-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F-4	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
J-15	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
I-20	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
H-9	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
La agronomica														
O-10	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
O-1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
P-9	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
J-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J-6	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
José A. Quiñonez														
Y-10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X-24	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

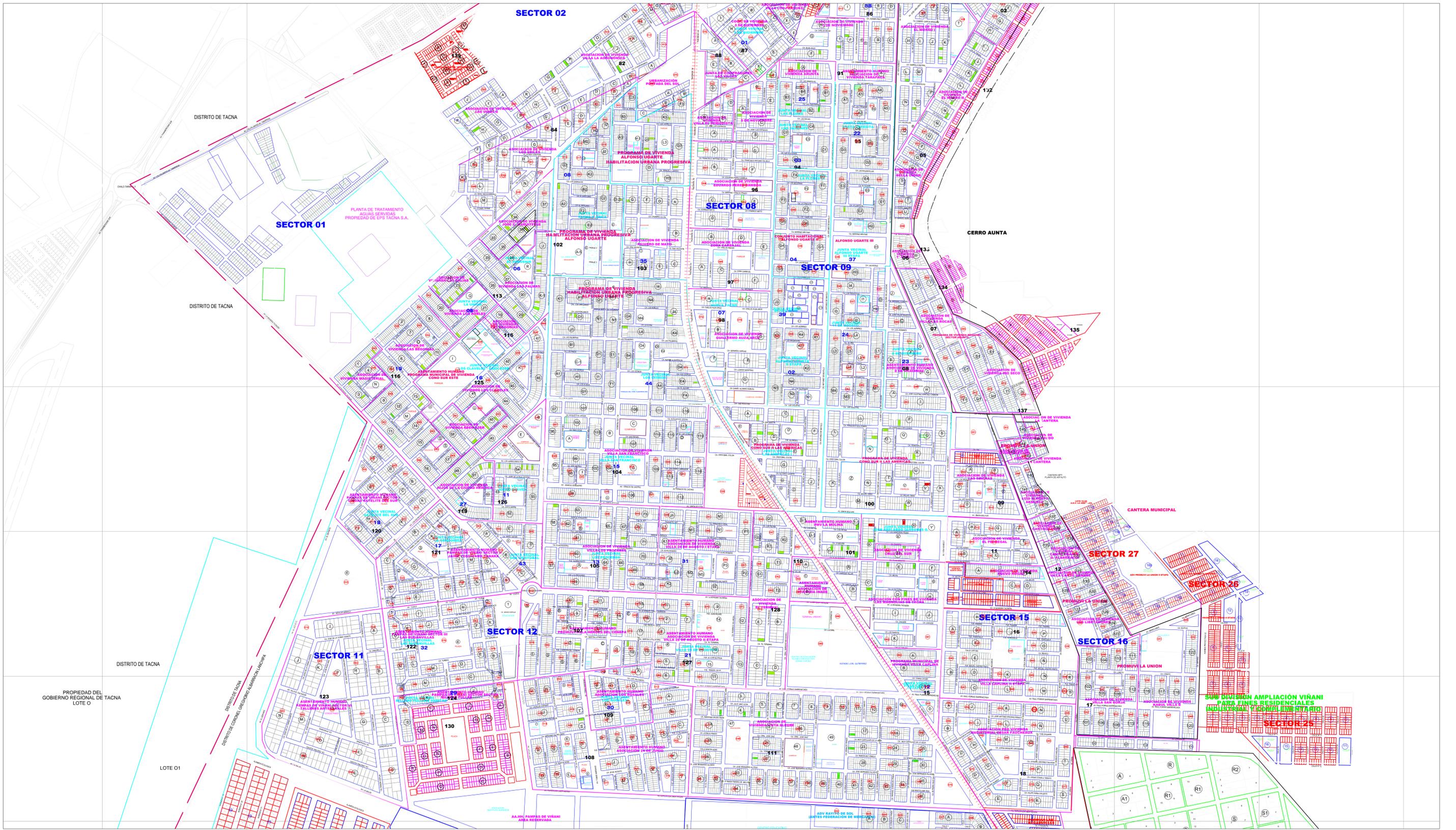
ASOCIACION	P1		P4				P5	P6				P7		P8
	Humedad	1	Habitación		otros		asesoría de profesional	Reparación		¿Dio solución?		Interes de diagnóstico	Prevenición	
			cocina	baño	dormitorio	sala		aditivos	impermeabilizantes	nuevas tuberías	ninguno			¿Dio solución?
A-7	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
B3-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
B2-39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
B1-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
Los Sauces														
C-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
E-22	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
E-10	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
C2-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
C-5	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
D-2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	
G-25	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
E-12	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
D-5	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
D-23	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	
El Morro														
K-25	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
K-21	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
L-7	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
O-21	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
I-7	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
J-9	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
K-13	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	
K-12	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
N-10	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
N-11	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
Las Viñas														
E-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
F-4	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
J-15	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
I-20	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
H-9	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	
La agronomica														
O-10	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
Q-1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
P-9	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	
J-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
J-6	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
José A. Quiñonez														
Y-10	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
X-24	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	

ASOCIACION	P1		P2					P3				
	Humedad	Hongos y moho	Salitre y despegues de pintura		Sintomas		Fachada	Estructura			Muros	
			F. de agua de lluvia	F. de agua de tubería	F. de agua de jardín	Columna		Vigas	Losas			
Z-4	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Z-14	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
X-17	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
Los Proceres												
60-20	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
58-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67-33	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
71-24	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
66-27	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Vista Alegre												
17-02	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
23-03	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
30-06	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
40-04	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
02-14	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
04-13	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
05-16	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
06-16	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
07-15	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
28 de agosto												
1-24	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
02-02	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
07-12	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
06-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08-33	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
El terminal												
Q2-3	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
R2-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1-20	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
A-26	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
D-5	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Héroes del Cenepa												
12-14	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10-4	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
14-27	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
18-02	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
07-03	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
alfonso ugarte todas las etapas												
III-E2-28	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
II-C3-27	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
I-K3-42	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0

ASOCIACION	P1				P4				P5	P6				P7	P8
	Humedad	Habitación			asesoría de profesional	Reparación				Interes de diagnóstico	Previsión				
		cocina	baño	dormitorio		sala	otros	aditivos				impermeabilizantes	nuevas tuberías		
Z-4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Z-14	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
X-17	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Los Procesos															
60-20	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1
58-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
67-33	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
71-24	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
66-27	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Vista Alegre															
17-02	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
23-03	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
30-06	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
40-04	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
02-14	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
04-13	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
05-16	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
06-16	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
07-15	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
28 de agosto															
1-24	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
02-02	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
07-12	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
06-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
08-33	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
El terminal															
Q2-3	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
R2-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
T1-20	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
A-26	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
D-5	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Héroes del Cenepa															
12-14	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
10-4	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
14-27	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
18-02	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
07-03	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
alfonso ugarte todas las etapas															
III-E2-28	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
II-C3-27	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
I-K3-42	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

ASOCIACION	P1		P2						P3				
	Humedad	Sintomas	Sintomas						Estructura				
			Hongos y moho	Salitre y despegues de pintura	F. de agua de tubería	F. de agua de lluvia	F. de agua de jardín	Fachada	Columna/Vigas	Losas	Muros		
I-J4-6	1		0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1
I-K3-30	1		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
I-G3-02	1		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
I-J3-24	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I-H3-32	1		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
I-J3-3	1		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
I-G-18	1		0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
I-D2-27	1		0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
I-C2-21	1		0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0
I-A2-22	1		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
I-L4-06	1		0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
I-01-05	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I-01-03	1		0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
I-E4-21	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jose C. Mariategui													
06-41	1		0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
33-26	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G-02	1		0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
G-03	1		0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
F-2	1		0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
F-10	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Las Dalias													
Q3-23	1		0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Q3-31	1		0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Q3-34	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3-39	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q3-41	1		0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
P3-42	1		0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
P3-02	1		0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Villa municipal													
1-34	1		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
1-38	1		0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
1-53	1		0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
3-17	1		0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
3-28	1		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Las Begonias													
D3-19	1		0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
D3-04	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K3-01	1		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
K3-37	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-27	1		0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
Los Robles													
21-1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-16	1		0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1

ASOCIACION	P4				P5	P6				P7	P8		
	Habitación					Reparación						Interes de diagnóstico	Prevención
	cocina	baño	dormitorio	sala otros		aditivos	impermeabilizantes	nuevas tuberías	ninguno				
Las Palmas													
T-15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
U3-25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
K1-7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
C-7	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
T-8	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
K1-4	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
J-10	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
J-6	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
J-2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
28-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Ebenezer													
39-01	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
39-28	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
40-30	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
40-05	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0
40-12	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Hijos de la ciudad heroica													
48-23	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
48-13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
51-11	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
51-18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
52-22	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Junta vecinal Jorge Chavez													
54-26	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
54-32	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
51-22	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
54-42	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
54-45	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
si	14	5	69	120	6	3	25	3	138	4	39	14	14
no					17								
Total de viviendas				Total	214		Total		169	Total=4	128		153



LEYENDA

- VIVIENDAS ENCUESTADAS DE LA MUESTRA
- VIVIENDA SELECCIONADAS

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DIAGNOSTICO, PREVENCIÓN Y REPARACIÓN EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CON PROBLEMAS DE HUMEDAD EN EL DISTRITO GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA - PROVINCIA TACNA - DEPARTAMENTO TACNA

PLANO DE CATASTRO DEL DISTRITO GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA

ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO EL ESCLEROMETRO SEGÚN NORMA ASTM-C805

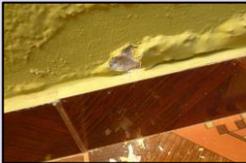
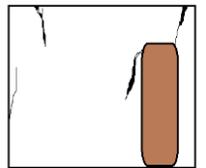
TESIS : DIAGNOSTICO, PREVENCIÓN Y REPARACIÓN EN VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CON
 PROBLEMAS DE HUMEDAD
 UBICACIÓN : DISTRITO GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA-PROVINCIA TACNA-DEPARTAMENTO TACNA
 SOLICITANTE : GENESIS VARGAS JIMENEZ
 PRUEBA : ENSAYO DE ESCLEROMETRO IN SITU.
 FECHA : TACNA , 17 DE MAYO DEL 2017

N°	DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA	LECTURAS TOMADAS											Resist.
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	PROM.	kg./cm ²
1	AREA DE PISO AFECTADA: ASOC. LAS AMERICAS MZ. V LT. 8	24	24	29	24	24	22	25	25	28	28	25.3	163.00
2	AREA DE PISO SANA: ASOC. LAS AMERICAS MZ. V LT. 8	24	25	20	26	28	29	24	23	29	29	25.7	167.00
3	AREA DE COLUMNA AFECTADA: ASOC. JOSE QUIÑONES MZ. Y LT. 10	34	32	32	30	30	30	32	28	38	34	32.0	210.00
4	AREA DE COLUMNA SANA MZ. Y LT. 10	32	32	40	34	38	32	34	28	30	34	33.4	219.00
5	AREA DE COLUMNA AFECTADA MZ. X LT. 18	14	12	20	18	20	18	14	20	18	20	17.4	117.00

OBSERVACION :

El equipo se encuentra totalmente calibrado.

Anexo 5: Cartilla de daños

TIPO DE DAÑO	HUMEDAD POR LLUVIA	HUMEDAD POR CAPILARIDAD, CONDENSACION HIGROSCOPICA, SUELO	HUMEDAD ACCIDENTAL (FILTRACIONES)
<p>LEVE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Despegues de pintura (daño sólo a acabados). 	<ul style="list-style-type: none"> - Despegues de pintura en la zona inferior de muros (daño sólo a acabados) 	<ul style="list-style-type: none"> - Zona superficial húmeda al tacto con despegues de pintura. 
<p>MODERADO</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie de mortero afectada no mayor a 5mm. - Aparición de hongos y mohos visibles. (coloración verde y negra). 	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie de mortero afectada, se ve claramente cristalización de sales. - Cercanía a estructuras de concreto armado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie de mortero afectado y muro saturado con humedad formando aureolas concéntricas. - Hongos y mohos visibles. 
<p>SEVERO</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sulfatación por lluvia acida. - Grietas que facilitan la filtración de lluvia y llega a los aceros de refuerzo del concreto armado en columnas, losas, vigas, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Daño completo al mortero y base de ladrillos por contenido de sales solubles de suelo (criptoflorescencias). - Disminución de Ph de concreto que conlleva al riesgo de corrosión de aceros de refuerzo de cimientos y columnas. - Corrosión de acero. 	<ul style="list-style-type: none"> - Daño completo al mortero y base de ladrillos por activación de sales del suelo. - Disgregación de material. - Disminución de Ph de concreto que conlleva a riesgo de corrosión de aceros de refuerzo. - Corrosión de acero. 

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6: Cartilla de solución

TIPO DE SOLUCION	HUMEDAD POR LLUVIA	HUMEDAD POR CAPILARIDAD, CONDENSACION HIGROSCOPICA, SUELO	HUMEDAD ACCIDENTAL (FILTRACIONES)
LEVE	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza manual con cepillo de cerdas suaves retirando pintura dañada. (Usar producto como Chema Clean Multiuso o similares). - Volver a restituir el muro afectado aplicando un impermeabilizante como resinas de silicona (Igol Sellamuro con pintura hidropelente o similares). 	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza manual con cepillo de cerdas suaves retirando pintura dañada y sales. (Usar producto como Chema Clean Multiuso o similares). - Volver a restituir el muro afectado aplicando un impermeabilizante como resinas de silicona (Chema Top Antisalitre o similares). 	<ul style="list-style-type: none"> - Reparar el origen de la filtración. - Limpieza manual con cepillo de cerdas suaves retirando pintura dañada y sales. (Usar producto como Chema Clean Multiuso o similares). - Repetir la limpieza mientras sea necesario hasta que se dé el secado natural de la superficie. - Volver a restituir el muro afectado aplicando un impermeabilizante como resinas de silicona (Chema Top Antisalitre o similares).
MODERADO	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza manual con cepillo de cerdas metálicas retirando pintura y parte de mortero dañado. (Usar producto como Chema Clean Multiuso o similares para limpiar impurezas como sal, hongos y moho). - Volver a restituir el muro afectado aplicando un impermeabilizante como resinas de silicona (Chema Top Antisalitre con pintura hidropelente o similares). 	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza manual con cepillo de cerdas metálicas retirando pintura dañada y sales en mortero. (Usar producto como Chema Clean Multiuso o similares). - Volver a restituir el muro afectado aplicando un impermeabilizante como resinas de silicona (Chema Top Antisalitre o similares). - Repetir el proceso si es necesario o bien colocar una inyección hidrófuga para evitar la reaparición del problema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reparar el origen de la filtración. - Retirar parte del mortero dañado y aplicar un limpiador como Chema Clean Multiuso o similares para sales, hongos y moho. - Repetir la limpieza mientras sea necesario hasta que se dé el secado natural de la superficie o aplicar secado con calefactores. - Volver a restituir el muro afectado aplicando nuevo mortero con aditivo impermeabilizante como Sika-1 o similares.
SEVERO	<ul style="list-style-type: none"> - Retirar completamente el mortero de la zona afectada. - Restituir con mortero nuevo impermeabilizante y reparar las grietas en el concreto armado de la zona afectada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Retirar completamente el mortero de la zona afectada. - Limpiar los ladrillos con cepillo de cerdas suaves.(con un producto de limpieza como Chema Clean Multiuso o similares). - Si es que el acero es vulnerable a la corrosión, proteger la estructura afectada con inhibidores de corrosión (como Sika@CNI o similares). - Si es que existe ya corrosión de acero proceder a la limpieza del acero con un producto como Chema removedor de óxido o similares y luego aplicar el inhibidor de corrosión. - Restituir el mortero y concreto dañado utilizando aditivos y/o una barrera hidrófuga por inyección como Sikamur o similares. 	<ul style="list-style-type: none"> - Retirar completamente el mortero de la zona afectada. - Limpiar los ladrillos con cepillo de cerdas suaves. (con un producto de limpieza como Chema Clean Multiuso o similares). - Dejar secar el muro o estructura de concreto armado mínimo un mes o utilizar calefactores para acelerar el secado. - Si es que el acero es vulnerable a la corrosión, proteger la estructura afectada con inhibidores de corrosión (como Sika@CNI o similares). - Si es que existe ya corrosión de acero proceder a la limpieza del acero con un producto como Chema removedor de óxido o similares y luego aplicar el inhibidor de corrosión. - Restituir el mortero y concreto dañado utilizando aditivos y/o una barrera hidrófuga por inyección como Sikamur o similares.

Fuente: Elaboración propia.



Calidad que Construye

CHEMA REMOVEDOR DE ÓXIDO

Retira el óxido de elementos metálicos

DESCRIPCIÓN CHEMA REMOVEDOR DE ÓXIDO Chema es un ácido fuerte que se utiliza para facilitar la remoción de las partes oxidadas de elementos metálicos, sean estos decorativos o estructurales.

DATOS TÉCNICOS

Color:	Transparente
pH:	1
Densidad:	1.8
Solubilidad:	En agua

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO

FORMA DE APLICACIÓN:

- Mezclar el producto con 4 partes de agua en un recipiente de plástico, cuidando de no salpicar el líquido.
- Aplicar con brocha sobre el elemento oxidado, usando guantes protectores.
- Esperar 10 minutos para dejar que el producto reaccione con el elemento oxidado.
- Remover las partes oxidadas con un trapo o lija humedecida en agua, usando en todo momento guantes protectores.
- Una vez acondicionado el sustrato metálico proceda recubrirlo con la BASE ZINCROMATO DE CHEMS para protegerlo de la corrosión.

PRESENTACIÓN

Envase de 1 L. (Código: 52001003)
Envase de 1 gal. (Código: 52001004)
Envase de 55 gal. (Código: 52001012)

ALMACENAMIENTO 2 años en su envase original, cerrado en almacén bajo sombra ventilado y fresco.

PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES

No inhalar directamente por ser cáustico.
En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico).
Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.
No comer ni beber mientras manipula el producto.
Lavarse las manos luego de manipular el producto.
Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo.
Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados.
En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.
Si es ingerido, no provocar vómitos; procurar ayuda médica inmediata.

CETOX
CENTRO TOXICOLÓGICO S.A.C.
273-2318 / 999012933



Calidad que Construye

CHEMA CLEAN MULTI USO (NC)

Limpiador multi uso para lograr una limpieza profunda en diversas superficies

DESCRIPCIÓN

CHEMA CLEAN MULTI USO es un limpiador líquido que remueve la suciedad acumulada en las juntas cementicias de los cerámicos, porcelanatos y otros enchapes. Formulado especialmente para eliminar residuos contaminantes como: grasa, moho, hongos, polvo y otros de las fraguas en baños, cocinas, piscinas. También limpia acabados cementicios como losetas, bloques de cemento y otros. No afecta el acero inoxidable ni superficies plásticas. A diferencia de otros limpiadores ácidos CHEMA CLEAN MULTI USO no emana vapores tóxicos. Se utiliza además para neutralizar el salitre en superficies de cemento.

USOS

- Para la limpieza de fraguas o porcelanas en juntas de cerámicos y otros enchapes.
- Para neutralizar el salitre en paredes.
- Para limpiar superficies de cemento como: blocks de cemento, concreto caravista y losetas.

DATOS TÉCNICOS

Composición:	Solución ácida
PH:	2
Color:	Transparente
Olor:	Sin olor

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO

LIMPIEZA DE SUPERFICIES:

- Realice una prueba previa sobre una área pequeña de la superficie a limpiar
- Diluya CHEMA CLEAN MULTI USO 1 a 1 con agua limpia y aplíquelo con una brocha, cepillo o escobilla de nylon sobre la fragua o porcelana sucia de manera que éstas queden cubiertas por el producto.
- Deje actuar 2 a 5 minutos como máximo. En caso de dejar por más tiempo el producto podría dejar manchas en el acero y en las juntas.
- Retire la suciedad con un trapo absorbente y enjuague con abundante agua limpia.
- En caso de persistir la suciedad repita la aplicación con CHEMA CLEAN MULTI USO puro y frote con un cepillo, esponja o similar enjuagando de igual forma que la anterior.

LIMPIEZA EN SUPERFICIES CON SALITRE:

- Repare la causa que origina la humedad (tuberías rotas, jardines cerca, etc).
- Elimine todo material o pintura suelta con una espátula hasta llegar al cemento excediendo 10 a 20 cm fuera del perímetro afectado.
- Diluya el CHEMA CLEAN MULTI USO 1 a 1 con agua limpia.
- Aplique la dilución a la superficie salitrosa frotando con una escobilla o cepillo de nylon.
- Deje actuar 2 a 5 minutos como máximo. En caso de dejar por más tiempo el producto podría dejar manchas en el acero y en las juntas.
- Enjuague con agua limpia y deje secar por dos horas como mínimo para luego impermeabilizar con CHEMA TOP o esperar 24 horas para aplicar el ANTISALITRE CHEMA COLOR.

HOJA TÉCNICA

Sika® CNI

Aditivo inhibidor de corrosión.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® CNI es un aditivo inhibidor de corrosión del acero de refuerzo del concreto, en base a nitrito de Calcio. Sika® CNI contiene mínimo un 30% de nitrito de calcio en peso y está formulado, para cumplir la Norma ASTM C-494 Tipo C aditivos acelerantes.

USOS

- Sika® CNI se recomienda para proteger el acero de refuerzo en concretos convencionales, así como para concretos pre-tensados o post-tensados que serán expuestos a cloruros de los entornos marinos o sales de deshielo.
- Sika® CNI extenderá la vida útil de las estructuras de manera efectiva por la inhibición de la corrosión, en áreas tales como parqueaderos, cubiertas, losas de puentes, estructuras marinas y muchas otras estructuras expuestas a ambientes muy agresivos.
- Sika® CNI también puede ser utilizado en elementos de concreto donde se añaden cloruros inicialmente a la mezcla de concreto, ej: arenas de playa o aditivos.
- Sika® CNI es un aditivo inhibidor de la corrosión que proporciona protección contra la corrosión en estructuras de concreto armado.

Limitaciones

- Sika® CNI no reducirá la penetración de cloruros o de otros agentes agresivos

VENTAJAS/ CARACTERÍSTICAS

- En la alta alcalinidad del concreto, en el acero se acumula una capa de pasivación natural. Esta capa protege al acero de la corrosión. Esta capa pasivadora de óxido de hierro, sin embargo puede ser dañada por la presencia de cloruros y combinada con la presencia de la humedad y el oxígeno producirán la corrosión del acero.
- Sika® CNI ayudará a oxidar el acero para formar óxido de hierro, que resiste el ataque del cloruro. Esto reduce las zonas de iones ferrosos que son susceptibles al ataque de cloruros. El óxido ferroso crea un complejo de óxido de hierro (herrumbre), en caso de ataque por cloruros.
- Sika® CNI fortalece la capa del óxido férrico pasivante antes de la penetración de cloruros. Los iones nitrito del Sika® CNI convertirá el óxido ferroso a óxido de hierro más resistentes, protegiendo así el acero refuerzo de la corrosión.

DATOS BÁSICOS

FORMA	ASPECTO Líquido COLORES Amarillo Claro PRESENTACIÓN Tambor x 200 L
ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL El Sika® CNI se debe almacenar por encima de 5°C. El tiempo de almacenamiento es de 2 años como mínimo. En un lugar fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.
DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD Aprox. 1.25 kg/L.

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

MÉTODO DE APLICACIÓN	CONSUMO/ DOSIS La dosis recomendada del Sika® CNI es de 7 Kg por m ³ de concreto. Ajustar el contenido de agua en relación a la cantidad de aditivo a dosificar. Sika® CNI puede acelerar el tiempo de fraguado del concreto. Con el fin de evitar la pérdida de manejabilidad y dificultad en dar el acabado, puede ser necesario el uso de un aditivo retardante, tipo Plastiment® TM-12 sobre todo en zonas de clima cálido. El efecto de la aceleración de Sika® CNI puede ser aprovechado para el vaciado de concreto en zonas de clima frío.
-----------------------------	--

COMPATIBILIDAD CON OTROS ADITIVOS

- Sika® CNI se puede utilizar con cementos Portland compatible con la ASTM, AASHTO. Se puede utilizar en combinación con otros aditivos Sika incluidos microsíllica, reductores de agua, superplastificantes, retardantes de fraguado, incorporadores de aire. Los aditivos tienen que ser añadidos por separado a la mezcla de concreto a fin de obtener los resultados requeridos.
- Sika® CNI puede reducir ligeramente el contenido de aire y una mayor dosis de incorporador de aire puede ser necesario.

MEZCLADO

Medir la cantidad necesaria de forma manual o automatizada. Añadir Sika® CNI al agua de amasado o directamente en el concreto premezclado al final de la mezcla. Cuando se utiliza en combinación con otros aditivos, se debe tener cuidado en añadir cada aditivo por separado dentro de la mezcla de concreto. Teniendo en cuenta el agua del Sika® CNI es necesario realizar un ajuste para mantener la relación agua/cemento. El agua debe ser ajustada mediante la reducción de 0,839 Kg. de agua por litro de Sika® CNI.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN	Puede causar irritación de los ojos y de la piel, enrojecimiento y dolor en el sitio de contacto. La ingestión puede causar irritación, náuseas, vómitos, respiración lenta, colapso y coma. Pequeñas dosis repetidas pueden provocar una caída en la presión de la, pulso rápido, dolor de cabeza y alteraciones visuales.
-------------------------------------	---

HOJA TÉCNICA

SikaMur® InyectoCream-100

Barrera antihumedad (DPC) basada en silanos para tratamiento de humedades por capilaridad

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaMur® InyectoCream-100 es un nuevo concepto para el control de humedades por capilaridad.

SikaMur® InyectoCream-100 es una sustancia que se inyecta en una serie de taladros realizados sobre mortero ó mampostería mediante pistola, no es necesaria una bomba de inyección. Una única inyección en el mortero, dispersará al SikaMur® InyectoCream-100 en el muro y creará una barrera repelente al agua (DPC-Damp Proof Course) bloqueando la humedad ascendente en el futuro.

USOS

SikaMur® InyectoCream-100 puede utilizarse para el tratamiento de humedades por capilaridad sobre la mayoría de soportes en muros:

- Ladrillo.
- Muros con cámara de aire.
- Paredes de piedra

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Fácil de instalar (bajo riesgo de error, no depende del operario).
- Monocomponente.
- Rápido de instalar (no “doble taladro”, no hay que esperar a que el líquido penetre por presión ó gravedad).
- No es necesario un sellado adicional alrededor de los taladros como suceden los sistemas con presión.
- Rápido para inyectar (no hay que esperar tiempos como sucede en las inyecciones a presión, ni reinyectar).
- Cálculo fácil de consumo.
- No requiere una bomba especial de expansión.
- Eliminación de derrames (no existe problema de derrames en las paredes,huecos).
- Fórmula concentrada con un 80% de ingredientes activos (introduce una baja cantidad de sustancias inactivas en el muro- gran efectividad comparada con materiales menos concentrados).
- Baja peligrosidad, base agua-no inflamable, no se inyecta bajo presión
- Baja cantidad de residuos.
- Baja pérdida de material.
- No hay riesgo de eflorescencias (como con los tratamientos de humedades por capilaridad con siliconas).

ENSAYO

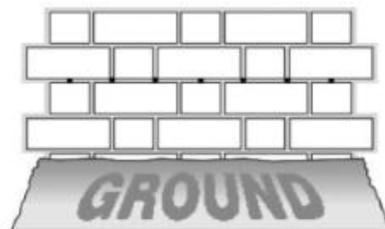
Ensayos para el tratamiento de humedades por capilaridad en mampostería por Belgium Building Research Institute (Report ref. BE 407-695-057 del 6 de Julio de 2009)

DATOS BÁSICOS

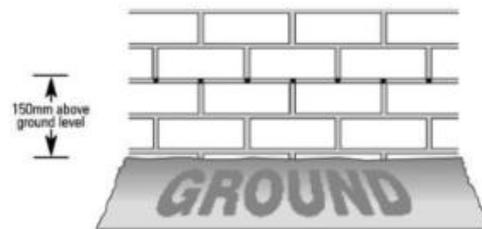
FORMA	COLOR Blanco PRESENTACIÓN Cartuchos de 300 ml (Cajas de 12 cartuchos)
ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL 12 meses desde la fecha de fabricación, en sus envases de origen bien cerrados y no deteriorados. En lugar seco y resguardado y a temperaturas entre 5°C y 25°C. Protegerlo de las heladas y de la acción directa del sol

DATOS TÉCNICOS	BASE QUÍMICA Emulsión a base de silanos. DENSIDAD ~ 0,90 kg/l (+20° C) PROPIEDADES MECÁNICAS / FÍSICAS Taladros: Para un tratamiento efectivo, se deberá utilizar el consumo adecuado de SikaMur® InjectoCream-100. El sistema requiere taladros de 12 mm de diámetro, en horizontal, centrados y con una separación menor de 120 mm. La profundidad del taladro dependerá del espesor del muro, según se indica en la tabla posteriormente. Para otros espesores de muro, la profundidad del taladro será de 40mm desde el otro lado del muro. Los taladros se realizarán en horizontal, directamente sobre el mortero, preferiblemente en la base de la línea elegida para la inyección. Después de esta operación, los taladros se limpiarán utilizando un compresor de aire. Las profundidades de los taladros de 12 mm de diámetro requeridos para SikaMur® InjectoCream-100 y para varios espesores de muro serán:
-----------------------	--

Espesor de muro	110 mm	220 mm	330 mm	440 mm
Profundidad de Taladro	100 mm	190 mm	310 mm	420 mm
Centro de Taladro	120 mm	120 mm	120 mm	120 mm



Drilling pattern for Double Flemish Bond



Drilling pattern for Stretching Bond

Tipos de muro:

Muro de ladrillo:

Pueden ser tratados con una simple operación.

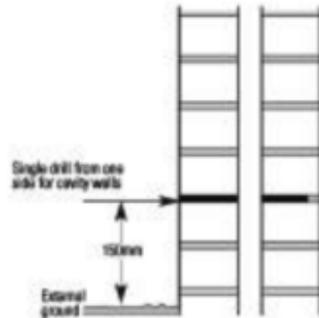
Esto dependerá de las longitudes de broca disponibles.

La selección de la línea para taladros y la profundidad se realizará de acuerdo con lo indicado anteriormente.

Muro con cámara de aire:

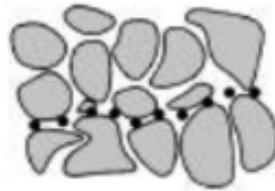
Se tratará por una cara del muro ó incluso por ambas pero de forma independiente. Cuando se trate por una única cara, los taladros atravesarán todo el muro, hasta atravesar la cámara de aire y penetrar en la otra cara 40 mm.

La viscosidad del SikaMur® InjectoCream-100 es tal que es posible tratar cada cara en una simple operación. Asegurarse siempre que la cámara está limpia.
Si el tratamiento se realiza de forma independiente para cada lado, se realizará un taladro en cada uno de ellos.



Muro de piedra:

Si es piedra porosa, el taladro se puede realizar directamente sobre ella. Las variaciones de espesor de los muros de piedra y la posibilidad de la existencia de materiales entre ellas, pueden provocar bloqueos en los taladros causando dificultades en la inyección. Si esto ocurre, se realizará un taladro del 50% del espesor del muro, desde ambos lados ó realizando taladros adyacentes a los obstruidos para asegurar que se inyecta el volumen adecuado de SikaMur® InjectoCream-100 consiguiendo una barrera antihumedad continua DPC.



INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN

CONSUMO / DOSIS

Número de salchichones (cartuchos) requeridos:

Espesor de muro	110 mm	220 mm	330 mm	440 mm
-----------------	--------	--------	--------	--------

Longitud de muro

10 m	1,5(3)	30.6(6)	5.1(10.2)	7.0(14)
20 m	3,0(6)	6.0(12)	10.2(20.4)	13.0(26)
30 m	4,6(9.2)	9.0(18)	15.3(30.6)	21.4(42)
40 m	6.1(12.2)	12.0(24)	22.0(40.4)	28.0(48)

Nota: Diferentes condiciones pueden ocasionar cambios. Calcular al menos un 10% más de consumo, en la estimación del material.

Preparación:

Se deberá tratar toda la zona donde se realizará la inyección, eliminando bordes, yeso, morteros existentes hasta llegar al soporte original.

Utilizar las brocas adecuadas para ejecutar los taladros con la profundidad requerida dependiendo del espesor del muro.

MÉTODO DE APLICACIÓN	Temperatura Ambiente Los trabajos de inyección se deberán desarrollar cuando la temperatura no baje de 0°C al menos durante las 48 horas después de su aplicación, para permitir la óptima difusión del material. ACABADO Se recomienda tarrajear nuevamente utilizando un mortero preparado con Sika®-1.
-----------------------------	--

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

NOTA DE APLICACIÓN/LIMITACIONES	Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.
--	---

NOTA	La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe
-------------	--

NOTAS LEGALES	La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe .
----------------------	---

HOJA TÉCNICA

Sika®-1

Impermeabilizante integral de fraguado normal.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika®-1 es un aditivo impermeabilizante a base acuosa de materiales inorgánicos de forma coloidal, que obstruye los poros y capilares del concreto o mortero mediante el gel incorporado.

USOS

- Subterráneos, cimientos, sobre cimientos y bases en contacto con el terreno.
- Mortero de asentado en las primeras hiladas de ladrillo (evitando la ascensión de la humedad por capilaridad).
- Tarrajeos exteriores, especialmente en fachadas expuestas a lluvia y riego.
- Tarrajeos interiores, especialmente en baños y cocinas.
- Tanques y estanques de agua, piscinas, canales, reservorios y otros.
- Obras hidráulicas en general.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

El empleo de Sika®-1 como aditivo hidrófugo de masa ofrece las siguientes ventajas:

- Asegura la impermeabilidad de morteros y concretos aún bajo presión de agua.
- Permite la ventilación natural de los elementos constructivos.

NORMA

Cumple con la norma IRAM 1572: Porcentaje de absorción de agua < 50% en 24 horas.

DATOS BÁSICOS

FORMA

ASPECTO

Suspensión líquida ligeramente cremosa.

COLORES

Amarillo Tenue

PRESENTACIÓN

- Paquete x 4 envases PET x 4 L.
- Balde x 20 L.
- Cilindro x 200 L.

ALMACENAMIENTO

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL

2 años en lugar fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.

DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD 0.95 ± 0.03 kg/L USGBC VALORACIÓN LEED Sika®-1 cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Conenido de VOC < 250 g/L (menos agua)
-----------------------	---

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS En morteros: Proporción de 1:10 (Sika®-1: Agua). En concretos: La dosis recomendada es de 42 cm ³ por kilogramo de cemento
MÉTODO DE APLICACIÓN	MODO DE EMPLEO Sika®-1 se utiliza diluido en el agua de amasado del concreto o mortero. El empleo de este en el concreto garantiza una buena impermeabilidad en la obra, lo que hace innecesario los tarrajeos impermeables posteriores, siempre que la faena de vaciado continuo de concreto cumpla con los requisitos mínimos de: dosificación, calidad de los materiales, confección, métodos de colocación adecuados y protección posterior (curado). En la confección de morteros impermeables no deben utilizarse arenas excesivamente finas, debido a que éstas producen mayores retracciones, es decir, mayor tendencia a la fisuración. Para lograr buena impermeabilidad se aconseja no utilizar morteros muy ricos en cemento ya que tienden a fisurarse. Las relaciones cemento:arena más aconsejables son 1:3 ó 1:4.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN	Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma naturales o sintéticos y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.
OBSERVACIONES	La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe

NOTAS LEGALES	La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe .
----------------------	---

HOJA TÉCNICA

Igol® Sellamuro

Revestimiento bloqueador para la humedad.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Igol® Sellamuro es un revestimiento impermeabilizante en forma de pasta color blanco invierno de alto contenido de sólidos, en base a resina sintética.

USOS

Revestimiento impermeable en edificios y viviendas, aplicado en muros de concreto, tarrajeo, yeso y ladrillo

VENTAJAS

- Combate el salitre
- Se aplica sobre superficies húmedas.
- Fácil aplicación incluso sobre superficies porosas.
- Muy buena adherencia al sustrato, sin pérdida de producto al aplicar.
- Después de 2-3 horas de secado, se puede pintar con óleo o látex.
- Contiene fungicida.
- Se puede aplicar sobre concreto, tarrajeo, albañilería, yeso, entre otros.
- Se aplica sin diluir.
- Detiene la humedad, permitiendo el paso del vapor

DATOS BÁSICOS

FORMA

ASPECTO

Pasta

COLORES

Blanco invierno

PRESENTACIÓN

- Lata de 5kg.
- Lata de 1kg.

ALMACENAMIENTO

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL

En sus envases originales, protegidos del sol, lluvia y congelamiento, mínimo 18 meses.

DATOS TÉCNICOS

DENSIDAD

1.37 kg/l \pm 0.01

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN

CONSUMO / DOSIS

- La primera capa tiene un consumo promedio de 0.50 kg/m² aproximadamente. La segunda capa consume 0.20 kg/m² aproximadamente.
- El rendimiento depende de la rugosidad y absorción de la superficie.
- En superficies especiales es conveniente realizar pruebas para medir el rendimiento.

MÉTODO DE APLICACIÓN

PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

La base debe encontrarse perfectamente limpia, sin partes sueltas o mal adheridas, totalmente exento de pintura, grasa, aceite, empastados, hongos, eflorescencias salinas y polvos.

Lijar suavemente la superficie hasta obtener una superficie limpia y firme. Aspirar la pared hasta tener una superficie limpia y sus poros abiertos para tener un buen sustrato de anclaje.

MODO DE EMPLEO

- Homogenizar el producto antes de aplicar. Aplicar 2 manos con brocha. La primera capa se debe aplicar en forma circular, de tal modo que cubra todas las imperfecciones y poros de la superficie.
- Después de permitir un secado de 1-2 horas, dependiendo de la temperatura y humedad ambiental, se aplica la segunda capa con brocha o rodillo, en forma tradicional.
- Si se requiere colocar pasta muro, dejar secar Igol® Sellamuro durante 12 horas como mínimo
- Si se necesita lijar para dejar un buen acabado. Este debe hacer un lijado suave solo para regularizar la superficie sin disminuir el espesor recomendado (1mm).

IMPORTANTE

- Igol® Sellamuro contiene solventes. Es un producto volátil e inflamable, por lo cual debe trabajarse en lugares bien ventilados y lejos de llamas abiertas y/o fuentes de calor.
- Las herramientas pueden limpiarse con kerosene o aguarrás.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintéticos y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe