



**Facultad de Ingeniería
Escuela de Construcción Civil
Ingeniería en Construcción**

**Aislación e Identificación de Hongos Presentes en el
Interior de Viviendas Sociales Expuestas a Altos
Niveles de Humedad**

Por

Tania Camila Carvajal Vilches

Tesis para Optar al Grado de Licenciado en Ciencias de la
Construcción y al Título de Ingeniero Constructor

Profesor Guía: Rodrigo Ortiz

Mayo, 2015.

Agradecimientos

Culmina una etapa no solo de tesis sino que académica de muchos años, llena de anécdotas académicas y no tan académicas, llena de aprendizajes en todo sentido, llena de personas importantes, algunas que acompañaron en algunas etapas y otras que llegan contigo hasta este momento luego de todo el proceso. Todo es importante, lo bueno y lo no tan bueno porque sin ello no estaríamos aquí.

Índice

Glosario.....	5
Lista de Abreviaturas.....	6
Lista de Figuras.....	7
Lista de Tablas.....	9
Resumen.....	10
1. Introducción	11
2. Planteamiento del Problema.....	12
3. Objetivos de la Investigación.....	15
4. Marco Teórico.....	16
4.1 Vivienda Social en Chile.....	16
4.2 Calidad y Habitabilidad en Viviendas Sociales.....	19
4.3 Humedad en Viviendas Sociales.....	21
4.4 Consecuencia de la Humedad en Viviendas Sociales.....	25
5. Muestra.....	27
5.1. Características de la Muestra.....	27
5.2. Recolección de la Muestra.....	29
6. Desarrollo Experimental.....	31
6.1. Materiales.....	31
6.2. Máquinas.....	33
6.3. Metodología de Trabajo.....	37
6.3.1 Objetivo Especifico 1.....	37
6.3.2 Objetivo Especifico 2.....	38

7. Presentación y Análisis de Resultados.....	41
7.1 Objetivo Especifico 1.....	41
7.2 Objetivo Especifico 2.....	54
8. Conclusiones.....	62
9. Bibliografía.....	63
10. Propuestas de Investigación.....	66

Glosario

Agente Patógeno: Agente biológico patógeno es aquel elemento o medio capaz de producir algún tipo de enfermedad o daño en el cuerpo de un animal, un ser humano o un vegetal.

Aislación Térmica: Es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción. Se evalúa por la resistencia térmica que tienen. La medida de la resistencia térmica o, lo que es lo mismo, de la capacidad de aislar térmicamente.

Calidad Ambiental: El grado en que el estado actual o previsible de algún componente básico permite que el medio ambiente desempeñe adecuadamente sus funciones de sistema que rige y condiciona las posibilidades de vida en la Tierra. Este grado no se puede cuantificar; solo se lo califica con fundamentos, a través de un juicio de valor.

Condensación: Cambio de fase de la materia que se encuentra en forma gaseosa y pasa a forma líquida.

Contaminantes Orgánicos: Sustancias químicas que persisten en el medio ambiente, se bioacumulan en la cadena alimentaria y suponen un riesgo de causar efectos adversos a la salud humana y al medio ambiente.

Hongos: Grupo de organismos eucariotas entre los que se encuentran los mohos, las levaduras y las setas. Se clasifican en un reino distinto al de las plantas, animales y protistas.

Hongos Patógenos: Hongo que puede producir enfermedad o daño a la biología de un huésped, sea este humano, animal o vegetal.

Humedad: Cantidad de agua, vapor de agua o cualquier otro líquido que está presente en la superficie o el interior de un cuerpo o en el aire.

Humedad por Condensación: Se produce cuando la temperatura superficial de una pared es inferior al punto de rocío del ambiente.

Humedad Relativa: Relación entre la cantidad de vapor de agua que tiene una masa de aire y la máxima que podría tener.

Temperatura: Es una magnitud referida a las nociones comunes de caliente, tibio o frío que puede ser medida con un termómetro.

Ventilación: Sistema o abertura que permite que el aire de un lugar cerrado se renueve.

Vivienda Social: Vivienda económica de carácter definitivo, destinada a resolver los problemas de marginalidad habitacional, financiada con recursos públicos o privados, cualesquiera que sean sus modalidades de construcción o adquisición, y cuyo valor de tasación no sea superior a 400 Unidades de Fomento.

Lista de Abreviaturas

CCHC: Cámara Chilena de la Construcción.

CORVI: Corporación de la Vivienda.

FONDEF: Fondo de Fomento.

FONDECYT: Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico.

INN: Instituto Nacional de Normalización.

INVI: Instituto de la Vivienda.

MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OGUC: Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

RAE: Real Academia Española.

SERVIU: Servicio de Vivienda y Urbanismo.

Lista de Figuras

Figura 5.1.1 – Ubicación Satelital Sector Santa Julia.....	26
Figura 5.1.2 – Ubicación Satelital Sector Viña del Mar.....	26
Figura 5.1.3 – Panorámica Condominio.....	27
Figura 5.1.4 – Escala Unión entre Edificios.....	27
Figura 5.1.5 – Frontis Edificio.	27
Figura 5.2.1 – Gráfico Distribución de Población.....	28
Figura 6.1.1 – Torulin en Tubo.....	30
Figura 6.1.2 – Placas Petri.....	30
Figura 5.1.3 – Dosificador	31
Figura 5.1.4 – Tubo Eppendorf.....	31
Figura 6.2.1 – Balanza.....	32
Figura 6.2.2 – Autoclave.....	32
Figura 6.2.3 – Cámara de Flujo Laminar.....	33
Figura 6.2.4 – Estufa.....	33
Figura 6.2.5 – Agitador Vortex.....	34
Figura 6.2.6 – Centrifuga.....	34
Figura 6.2.7 – Datalogger.....	35
Figura 6.3.2.1 – Cultivo y Diferenciación de Hongos en Placas Petri.....	37
Figura 6.3.2.2 – Preparación Medio de Cultivo Líquido en Cámara de Flujo Laminar.....	38
Figura 6.3.2.3 – Hongo Seco en Placa Petri y Molido en Tubo Eppendorf.....	39
Figura 7.1.1 – Temperatura vs Tiempo Vivienda Social 1.....	40
Figura 7.1.2 – Temperatura vs Tiempo Vivienda Social 2.....	40
Figura 7.1.3 – Temperatura vs Tiempo Vivienda Social 3.....	41
Figura 7.1.4 – Diagrama Sicrométrico Temperatura Máxima Vivienda Social 1.....	44

Figura 7.1.5 – Diagrama Sicrométrico Temperatura Mínima Vivienda Social 1.....	44
Figura 7.1.6 – Diagrama Sicrométrico Temperatura Máxima Vivienda Social 2.....	45
Figura 7.1.7 – Diagrama Sicrométrico Temperatura Mínima Vivienda Social 2.....	45
Figura 7.1.8 – Diagrama Sicrométrico Temperatura Máxima Vivienda Social 3.....	46
Figura 7.1.9 – Diagrama Sicrométrico Temperatura Mínima Vivienda Social 3.....	46
Figura 7.1.10 – Humedad Relativa vs Tiempo Vivienda Social 1.....	48
Figura 7.1.11 – Humedad Relativa vs Tiempo Vivienda Social 2.....	48
Figura 7.1.12 – Humedad Relativa vs Tiempo Vivienda Social 3.....	49
Figura 7.1.13 – Muro Interior Esquina Vivienda Social 1.....	51
Figura 7.1.14 – Muro Perimetral Vivienda Social 2.	51
Figura 7.1.15 – Muro Perimetral y Divisorio Vivienda Social 2.	51
Figura 7.1.16 – Muro Exterior Vivienda Social 2.....	52
Figura 7.1.17 – Muro Exterior Vivienda Social 3.....	52
Figura 7.2.1 – Grafico Distribución Géneros de Hongos.....	54
Figura 7.2.2 – Microscopía Cladosporium.....	55
Figura 7.2.3 – Microscopía Rhizopus.....	55
Figura 7.2.4 – Microscopía Phoma.....	56
Figura 7.2.5 – Microscopía Alternaria.....	56
Figura 7.2.6 – Microscopía Penicillium.....	57
Figura 7.2.7 – Microscopía Trichoderma.....	57

Lista de Tablas

Tabla 4.3.1 – Habitabilidad Térmica, Fuente: Habitabilidad Térmica en las Viviendas Básicas de la Zona Central de Chile, a la luz de los resultados preliminares del proyecto FONDEF D0011039.....	21
Tabla 4.3.2 – Resumen Patologías, Fuente: Diagnostico de patologías en la edificación de viviendas sociales, elaborada por la División Técnica de Estudios y Fomento Habitacional, MINVU (1998).....	22
Tabla 5.2.1 – Conteo de Muestras por Vivienda.....	28
Tabla 5.2.2 – Codificación de Muestras.....	29
Tabla 7.1.1 – Resumen Temperatura Viviendas Sociales.....	41
Tabla 7.1.2 – Valores Promedios Mensuales, Fuente Sectorización Climático-Habitacional de las regiones de Valparaíso y Metropolitana.....	42
Tabla 7.1.3 – Resumen Temperatura de Rocía Viviendas Sociales.....	47
Tabla 7.1.4 – Resumen Humedad Relativa Viviendas Sociales.....	49
Tabla 7.1.5 – Recuento y Porcentaje Rangos de Humedad Relativa para un Ambiente Confortable.....	49
Tabla 7.1.6 – Recuento y Porcentaje Humedad Relativa para Crecimiento de Hongos.....	50
Tabla 7.2.1 – Identificación por Morfología.....	53

Resumen

Uno de los elementos que caracteriza el espacio urbano residencial en Chile está referido a los diferentes conjuntos habitacionales de vivienda social que se han materializado en nuestro país a lo largo del siglo XX. A lo largo de los años las condiciones interiores de la vivienda social, específicamente el comportamiento de la humedad y temperatura han presentado características perjudiciales para estas viviendas. La consecuencia de estas condiciones es que los hongos proliferan en el interior, ya que la humedad y temperatura son factores que potencian el crecimiento de estos microorganismos.

Se contemplaron dos etapas en esta investigación. Primero se ingresó directamente a las viviendas sociales donde se monitoreó las condiciones de humedad y temperatura a través de dispositivos que captan estos valores. En segunda instancia y como objetivo principal, fueron recolectados hongos dentro de estas mismas viviendas. Las muestras se llevaron a laboratorio donde se aislaron y luego identificaron.

Los resultados de estos dos objetivos fueron concretos. Para el caso de las condiciones al interior de la vivienda se percibió una tendencia significativa a altos niveles de humedad y temperatura respecto a las condiciones exteriores. Estas condiciones influyen directamente en el crecimiento de hongos que existen en estos ambientes y, según el monitoreo, serían óptimas para su proliferación. La identificación de hongos también arrojó una condición de riesgo, donde la mayoría de los hongos pertenecen a géneros potencialmente patógenos para los huéspedes de la vivienda.

Las condiciones de confort de una vivienda son afectadas por una variedad de factores como estándares dimensionales muy bajos, deficiencias en las condiciones de habitabilidad de los recintos, entre otros. Estas deficiencias pueden tener como consecuencia la proliferación de agentes contaminantes en el aire interior tales como hongos que, en grandes concentraciones, pueden ser dañinos para los habitantes de la vivienda e ir en desmedro de su salud. Una vivienda con características constructivas deficientes puede llegar no solo a afectar la sensación de confort dentro de una vivienda sino que también ser un peligro y afectar directamente la salud de las personas que la habitan.

1. Introducción

Hoy en día es conocida la necesidad de controlar y mantener un adecuado nivel de calidad ambiental en el interior de los edificios, pero así también es conocido el bajo nivel de bienestar térmico dentro de las viviendas sociales lo que conlleva a un bajo nivel de calidad ambiental interior.

La calidad ambiental interior está afectada por las condiciones físicas del aire y por la presencia eventual de contaminantes orgánicos e inorgánicos a causa de la alta concentración de humedad. Si el aire interior está afectado por alguno de estos factores o por ellos en conjunto, esto se verá reflejado en la salud y desarrollo físico de las personas que habiten el edificio.

Las viviendas del tipo social, en su mayoría, carecen de aislación térmica. Si bien, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo ha incorporado en los últimos años dos modificaciones a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones mediante las cuales se han establecido progresivos requisitos de acondicionamiento térmico a las viviendas la primera edición de ésta normativa fue el año 2006, el saldo de viviendas construidas antes de la creación de esta normativa es considerablemente alto y su ausencia abarca casi la totalidad de las viviendas. Entre los años 1982 y 2002 se edificó cerca del 50% del total de viviendas existente (Rodríguez y Sugranyes, 2005).

La investigación realizada por Wadir Urquieta, tesis de Ingeniería en Construcción de la Universidad de Valparaíso, evaluó el fenómeno de humedad por condensación en el interior de viviendas sociales, y determinó que sus principales causas son la alta humedad relativa del aire ambiente interior y las bajas temperaturas de muros y cielos con respecto a la temperatura interior. Esto es debido a ausencia de aislación térmica que hace que no exista posibilidad de oponerse al paso de la temperatura exterior hacia el interior de las viviendas haciendo que la vivienda pierda calor constantemente y condense la humedad contenida en el aire.

Es a consecuencia de esta condición se consideró importante analizar las condiciones de humedad y temperatura, como base de un fenómeno biológico como es el crecimiento de hongos en el interior de las viviendas. Existen diversas consecuencias a causa de la cantidad de humedad interior en las viviendas, un caso específico es el de contaminantes orgánicos que se presentan generalmente como hongos. Es por esta razón que se hace necesaria la búsqueda e identificación de estos hongos, analizando también los factores internos que favorecen su crecimiento, tanto humedad como temperatura.

2. Planteamiento del Problema

Luego de varias décadas de aplicación de masivos programas de subsidio habitacional en Chile, los cuales tenían por objetivo facilitar el acceso a la vivienda a familias de bajos ingresos, hay resultados claramente visibles: el déficit habitacional de los tres primeros quintiles de ingreso se ha reducido de manera importante desde la década de los 80 hasta la actualidad, al tiempo que el acceso a infraestructura básica llega prácticamente al 100% de la población (Chamorro, et al, 2003). Sin embargo, al analizar en detalle esta cifra se evidencia que desde el año 2005 la reducción se produjo solo en términos cuantitativos, mientras que los requerimientos cualitativos aumentaron continuamente.

Son indiscutibles los éxitos de orden cuantitativo que presenta la experiencia habitacional chilena en estos años, su multiplicidad de programas habitacionales y la internacionalización del modelo de subsidio a la demanda por parte de la sociedad chilena. Como contrapartida son numerosos los problemas planteados en términos de construir territorio, ciudad y tejido social, que exige realizar profundas transformaciones a la acción habitacional pública, con un enfoque integral, que requiere una mirada holística del problema y por ende, una gestión intersectorial y participativa (Borthagaray et al, 2006).

La acción habitacional presenta soluciones de viviendas sociales que responden sólo a factores cuantitativos, debido a la necesidad de reducir el déficit habitacional del país, dejando en un segundo plano los factores cualitativos que otorgan las condiciones de habitabilidad y confort dentro de las viviendas (Martínez et al, 2005). Es por esto que se hace necesario profundizar sobre la calidad del aire interior de edificaciones, no basta el esfuerzo de arquitectos y diseñadores en la construcción de edificaciones herméticas, aumentando el aire reciclado o disminuyendo los costos de aire acondicionado.

Una de las falencias que existe en las viviendas sociales es su poca o nula ventilación debido a la hermeticidad con la que se construyeron. Si bien las viviendas se encuentran protegidas de agentes externos, es en el interior donde se producen fenómenos peligrosos, como la humedad por condensación y contaminación del aire interior.

En el último tiempo, la idea de habitabilidad ha ganado importancia como una concepción amplia para caracterizar los estándares de calidad de vida, especialmente en materia de vivienda. Hoy día la habitabilidad se entiende con un alcance más amplio y está determinada por la relación y adecuación entre el hombre y su entorno y se refiere a cómo cada una de las escalas territoriales es evaluada según su capacidad de satisfacer las necesidades humanas (D'Alencon et al, 2008). En la misma línea el concepto de vivienda saludable, desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), abarca la prestación funcional y el adecuado desarrollo físico, social y mental de las condiciones de salud, la seguridad, higiene, comodidad y privacidad (OMS, 2000).

La vivienda es considerada un determinante de la salud que afecta de manera decisiva, incrementando la salud o provocando enfermedades en sus moradores. Las condiciones de la vivienda pueden considerarse factores de riesgo o por el contrario agentes de la salud de los residentes, según el grado de conciencia, voluntad y los recursos de la persona que la ubica, diseña, construye y habita (OMS, 2000).

Las patologías que se relacionan con la vivienda son las del tipo: respiratorias agudas y crónicas, debido al hacinamiento, la insalubridad, la ventilación y condiciones estructurales de la vivienda; digestivas, vinculadas al escaso saneamiento; de salud mental, relacionadas a la falta de aislamiento, el ruido y el hacinamiento; además de los accidentes, que se relacionan a defectos de las construcción e instalaciones inadecuadas, así como también al mal uso que hacen de la vivienda las personas (Sánchez et al, 2000).

El Síndrome del Edificio Enfermo es un término acuñado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para referir el conjunto de molestias y enfermedades que sufre un colectivo de personas, que tiene su origen en las condiciones físicas y ambientales en un edificio. Este término acuñado por la OMS para describir las edificaciones en las cuales se ha acumulado un exceso de sustancias nocivas a causa de una mala ventilación (Liponis, 2008). Esta definición nos permite entender de mejor manera el problema dentro de las viviendas. La ventilación del edificio es una cuestión fundamental para desencadenar una situación de edificio enfermo (Llaneza, 2009). La contaminación interior puede ser un problema tanto en la casa como en el trabajo, un edificio patógeno puede causar trastornos en sus usuarios u ocupantes, tanto si se utiliza como vivienda o como lugar de trabajo (Valtueña, 2002). Esto es un conjunto de trastornos que algunos individuos perciben después de estar en determinados edificios, cuyas características comunes son: ser construcciones cerradas, herméticas, con ventanas que no se abren, y que para obtener ahorro energético disponen de servicio de acondicionamiento de aire y ventilación común. El Síndrome del Edificio Enfermo fue reconocido como enfermedad por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1982, comprendiendo los edificios en los que un porcentaje de más de 20% de personas experimentan efectos agudos sobre la salud y el bienestar (Quadri, 2001). Es este fenómeno la base para abordar el problema central de esta investigación, la aislación e identificación de agentes patógenos en viviendas sociales.

Como uno de los factores predominantes dentro de este fenómeno se presenta la condensación dentro de la vivienda y la que es un problema recurrente en viviendas sociales, y que las causas principales son la alta humedad relativa del aire ambiente interior, debido a los malos hábitos de los usuarios, y las bajas temperaturas superficiales de muros y cielos con respecto a la temperatura de aire interior (Martínez et al, 2005). Como consecuencia de la alta humedad interior dentro de la vivienda a causa de la mala ventilación y aislación térmica, proliferan los hongos que no solo crecen en lugares del hogar que por definición son húmedos, sino que pueden llegar a habitaciones y abarcar diversos lugares de la vivienda.

Humos, humedades, aumento en la concentración de CO₂, NO₂, polvo, emanaciones de los materiales de construcción, etc., llevan a cuadros patología respiratoria, síndrome de tensión-fatiga, alergias, estrés, afectaciones psicosomáticas, entre otras. La humedad en la vivienda tiene distintos orígenes y diferentes formas de aparición, según su ubicación y procedencia: de construcción, del suelo, atmosférica, de condensación y accidental (Bravo, 1987).

Las viviendas sociales en Chile regularmente carecen de aislación térmica en la envolvente, aspecto que potencia el riesgo de condensación, llevándolo a la condición de elevado (Sarmiento y Hormazábal, 2003). Estas manifestaciones originan problemas de salud o incomodidad en las personas, daños y lesiones en la vivienda, favorecen el desarrollo de procesos patológicos tales como las eflorescencias en muros y pisos, generan la aparición de gérmenes que contaminan el ambiente, corrosión y pudrición de elementos metálicos y de madera, respectivamente, y la disminución del aislamiento térmico de la envolvente (Lotersztain, 1970). Las condiciones húmedas y cálidas favorecen el crecimiento del moho. Los síntomas y enfermedades respiratorias están relacionados con la exposición al moho en los edificios húmedos (Bornehag et al, 2001).

El estudio de las posibles soluciones a este problema ha dado lugar a un nuevo campo de conocimiento denominado: Calidad de Ambientes Interiores. Una definición estándar de calidad ambiental interior no está disponible aun, sin embargo, la mayor parte de las referencias bibliográficas coinciden con definirla como: “Las propiedades físicas, químicas y biológicas que el ambiente interior debe tener para no causar o agravar enfermedades en los ocupantes de los edificios y para asegurar un alto nivel de confort de ocupantes en las viviendas propias de uno para las que el edificio ha sido diseñado” (Rey y Velasco, 2007).

El Síndrome del Edificio Enfermo debe considerarse y documentarse desde perspectivas diferentes. Para los profesionales de la salud, esa perspectiva es la de las ciencias médicas y de la salud en relación a la definición de los síntomas relacionados con el trabajo en el interior de edificios y sus mecanismos fisiopatológicos asociados. La otra perspectiva es la de la ingeniería, que incluye el diseño, la puesta en marcha, las operaciones, el mantenimiento y la valoración de la exposición a contaminantes específicos. (Clemente, 2008). Es necesario combinar estas dos perspectivas dando claramente un enfoque al diseño de la vivienda, sus materiales y las fisiopatologías asociadas a estos factores. Unir la perspectiva ingenieril con respecto a la estructura de la vivienda y las consecuencias que esta estructura produce en la salud de los huéspedes es lo que nos lleva a generar la idea de esta investigación.

3. Objetivos de la Investigación

Título:

- Aislación e identificación de hongos presentes en el interior de viviendas sociales expuestas a altos niveles de humedad.

Objetivo General:

- Aislar e identificar hongos presentes en el interior de viviendas sociales expuestas a altos niveles de humedad.

Objetivos Específicos:

- Analizar condiciones de humedad relativa y temperatura dentro de viviendas sociales.
- Identificar hongos presentes en el interior de viviendas sociales.

Alcances de la Investigación:

- El estudio y toma de muestras se realizó en un condominio de viviendas sociales ubicado en la comuna de Viña del Mar en el sector de Santa Julia, calle Santa Ana intersección con Calle A.
- Las viviendas sociales son del tipo C, blocks de 4 pisos con 3 departamentos por piso de entre 38 a 42 m² se superficie.
- El proceso aislamiento y cultivo de las muestras se realizó en el laboratorio de Deterioro y Biodegradación de Materiales perteneciente de la Universidad de Valparaíso.
- La identificación de los hongos encontrados en viviendas se realizó en primera instancia mediante identificación morfológica. En segunda instancia se realizó la extracción e identificación de su ADN.
- La extracción e identificación de ADN de la muestra se realizará en la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso.
- Los hongos de interés para esta investigación son los que sean potencialmente patógenos para los huéspedes que habitan la vivienda.

Pregunta de Investigación:

- ¿Qué hongos están presentes en el interior de viviendas sociales que estén expuestas a altos niveles de humedad en su interior y que además puedan ser patógenos para sus huéspedes?

4. Marco Teórico

4.1 Vivienda Social en Chile

El derecho a una vivienda adecuada se reconoció por primera vez en la declaración de los Derechos Humanos en 1948.

En Chile, una parte importante de las políticas sociales desarrolladas en el siglo XX han estado relacionadas con la vivienda (Arellano, 1988). En esta materia, la continuidad legal que ha existido en este país es notable y muchas de las soluciones habitacionales que hoy día lleva a cabo el Estado chileno, tienen su fundamento en aquellos primeros intentos que se realizaron para construir viviendas destinadas a la población de escasos recursos.

La acción habitacional del Estado en Chile se remonta a principios del siglo XX, cuando, a partir de la devastación causada por el terremoto de la ciudad de Valparaíso (1906), fueron promulgadas las primeras leyes de corte higienista que regulaban la construcción de las viviendas obreras. Desde esa época, la producción de vivienda social se vio enfrentada permanentemente a un creciente y crítico déficit. De este modo la acción se centró en la provisión de las condiciones higiénicas mínimas, dotación de una envolvente básica, agua potable y alcantarillado, y una creciente incorporación de la racionalización en el diseño, llegando en algunos casos a metros cuadrados mínimos por habitante (Pelegrín, 1993).

Desde 1990, los proyectos de viviendas sociales han puesto un techo sobre las cabezas de casi dos millones de familias chilenas, afrontando una escasez de viviendas que fue identificada en ese entonces como uno de los problemas sociales más urgentes del país. En el presente, esa urgencia se encuentra en el pasado, pero en el apuro por reducir el déficit, muchas de esas casas resultaron ser pequeñísimas, mal construidas y ubicadas muy lejos de las oportunidades de trabajo y educación (Dowling, 2006).

Progresivamente, la construcción de viviendas ha ido reduciendo los estándares, tanto de diseño como de calidad ambiental y constructiva, priorizando como único objetivo la reducción del déficit, motivo por el cual se ha generado un creciente deterioro de la calidad residencial (Fadda y Ducci, 1993).

Uno de los elementos que caracteriza el espacio urbano residencial en Chile está referido a los diferentes conjuntos habitacionales de vivienda social que se han materializado en nuestro país a lo largo del siglo XX (Hidalgo, 1997).

Según el artículo n°3 del decreto ley n° 2553, una vivienda social es una vivienda económica de carácter definitivo cuya superficie total no supera los 140 m² y que además su valor no supera las 400 UF o 520 UF en caso de condominios de viviendas sociales (1979). La vivienda básica está definida como la primera etapa de una vivienda social financiada con recursos públicos cuyo objetivo es resolver los problemas de marginalidad habitacional de los sectores de más bajos ingresos, mediante radicaciones y erradicaciones de campamentos (DL n° 1.088, 1975).

El artículo 6.1.2 del título 6 de la Ordenanza de Urbanismo y Construcciones (OGUC) define a la vivienda social como la vivienda económica, de carácter definitivo destinada a resolver problemas de marginalidad habitacional cuya tasación no supera a las 400 UF, salvo que se trate de condominios de viviendas sociales ya que en su caso su valor se incrementara en un 30%. La ordenanza General de Urbanismo y Construcciones señala que la vivienda económica debe considerar a lo menos tres recintos: un dormitorio para dos camas, una sala de estar, comedor, cocina y un baño con inodoro, lavamanos y ducha (MINVU, 1992).

Desde el punto de vista de la localización de los asentamientos de vivienda social, estos tradicionalmente se han ubicado en la periferia de las ciudades, teniendo como criterio para ello los valores del suelo y la disposición de terrenos por parte de la entidad estatal que se ha encargado del sector vivienda en los diferentes periodos de tiempo (San Martín, 1992).

El desarrollo urbano supone un equilibrio entre las necesidades de la población y la localización de equipamiento de salud, educación, áreas de esparcimiento y recreación, frecuencia adecuada de transporte público, seguridad ciudadana, entre aquellos aspectos de singular importancia en la materia. Solo si se consideran los elementos que norman la construcción de viviendas económicas en la legislación vigente, podemos afirmar que para este tipo de asentamientos existen determinadas disposiciones particulares que se asocian, por ejemplo, a la posibilidad de alterar las normas de los instrumentos de planificación territorial, las que permiten entre otros aspectos destinar menor superficie a los espacios de áreas verdes y equipamiento en general (Hidalgo, 1997).

Las consecuencias que se generaron a partir de los programas de vivienda, focalizados en sectores vulnerables y basados en la construcción masiva y en serie en terrenos de bajo precio ya están estudiadas. Dentro del diagnóstico se detecta un efecto que produce segregación socio-espacial. Existe acuerdo en torno a la idea de que la segregación ha producido una disminución en la geografía de oportunidades, lo que se puede constatar en mayores niveles de desempleo e inacción juvenil (Sabatini et al., 2010).

La vivienda social tiene un factor importante que es el factor económico pero, para el futuro habitante, antes que lo económico que es un punto decisivo, el factor más importante es el de tener un cobijo lo más habitable para él y su familia, y quizás, para otra y otras. La vivienda es entendida no solamente como una unidad que cobija a una familia, sino como un sistema integral, que comprende también el terreno, la infraestructura para los servicios de urbanismo y servicios y el equipamiento social y comunitario, dentro de un contexto cultural, socio-económico, político y físico-ambiental (Toro et al., 2003).

Toda vivienda es evolutiva y dinámica, porque es una entidad ecológica cuyo habitante está en proceso de desarrollo; la familia y los grupos humanos van modificándose con el transcurrir del tiempo y sus requerimientos en cuanto a calidad de vida cambian, lo que hace necesario adecuar el hábitat que lo cobija en mayor o en menor grado, según sea su capacidad de adaptación. A su vez los materiales sufren desgaste por su calidad, el uso al que está sometido, por efectos climáticos, falta de protección y mantención, como a su vez por actos de vandalismo que afectan el hábitat residencial.

En el caso particular de la vivienda social, esta situación se acentúa debido al hecho que por insuficiencia de recursos no es posible satisfacer todos los requerimientos necesarios al momento de partir; pudiendo cumplir solamente con las condiciones mínimas estimadas como aceptables y que difieren de un programa a otro (Haramoto, 1994). Se respetan sus condiciones higiénicas que están lejos de agotar este concepto, porque se circunscriben más bien a la existencia de servicios de agua potable y alcantarillado. Normas técnicas sobre humedad, ventilación, iluminación, mantenimiento y/o conservación no existen o son mínimas y otras como aislación térmica y acústica no se aplicaban en la práctica. Así lo afirmaron Bravo y Martínez en *Chile, 50 años de vivienda social 1943-1993*, quienes plantean que la norma de calidad ha estado ausente en los últimos 50 años estudiados. El propio Estado ha sido el principal fomentador de grandes áreas residenciales de insuficiente calidad que se demuestra a la luz pública en 1997, como consecuencia de los temporales de ese año, y que a diferencia de épocas pasadas, las deficiencias cualitativas se constatan en viviendas definitivas, permanentes, para efectos censales y con un impacto sobre el mayor parque de viviendas sociales construido dado que en entre 1982 y 2002, se edificó cerca del 50% del total de viviendas existentes. (Rodríguez y Sugranyes, 2005).

Joan Mac Donald, arquitecta chilena con estudios avanzados y vasta experiencia en políticas de vivienda, define que las necesidades mínimas que debe satisfacer una vivienda social son:

- Fisiológicas: La vivienda debe asegurar al habitante condiciones mínimas de higiene y confort que le aseguren una vida sana, facilitando la comodidad térmica, luz, acústica, agua potable y alcantarillado.
- Protección y Seguridad: La vivienda debe permitir al habitante tener un ambiente seguro y confortable, creando una envolvente cualitativamente adecuada a las condiciones del medio en que se emplaza, logrando la seguridad persona, la protección de individuos ajenos o agentes ambientales.
- Privacidad e Independencia: La vivienda debe asegurar tiempos de permanencia estables y definidos, que permitan cierto grado de estabilidad psicológica y social.
- Identidad y Pertenencia con el Entorno Social y Físico: La vivienda debe permitir al hombre reconocerse a sí mismo y hacerlo sentir parte del lugar.

4.2 Calidad y Habitabilidad en Viviendas Sociales

La habitabilidad es la cualidad de habitable que tiene un lugar o vivienda con arreglos o normas legales (RAE, 1992).

La Comisión de Tecnología y Calidad de la Vivienda del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) cuenta con su definición de calidad de la vivienda, es decir, como el conjunto de propiedades y características de la edificación que le confieren aptitud para satisfacer tanto los requerimientos expresamente estipulados en reglamentos, planos y especificaciones técnicas como también los requerimientos implícitos, propios de las reglas del arte y de la buena práctica profesional que aseguran, en definitiva, una adecuada respuesta a las necesidades habitacionales de los usuarios (Haramoto, 1995).

A partir de los 60s, se implementan programas de racionalización en el diseño e industrialización en la producción de las viviendas como respuesta al creciente déficit habitacional. Al inicio de los 70s, se generan evaluaciones a partir de las agencias estatales ligadas al ámbito del diseño y producción de las viviendas que apuntaban a establecer el comportamiento físico ambiental integral de viviendas producidas por el estado. Estas investigaciones daban cuenta del comportamiento térmico (pérdidas y ganancias, inercia térmica en la vivienda); aislación acústica (entre habitaciones y viviendas); iluminación natural en todas las habitaciones; radiación solar (horas de radiación e influencia de la orientación); y durabilidad de los materiales de construcción. Paralelamente, se desarrollaron estudios de la funcionalidad de las viviendas, dando cuenta de la intensidad de las circulaciones interiores, horas de permanencia en las habitaciones, uso real de los espacios, funcionalidad, mobiliario y otros aspectos que retroalimentaban los procesos de diseño de las viviendas. Estos procesos de investigación analítica, fueron drásticamente abandonados a mediados de los años 70s y solamente en estos últimos años se ha iniciado en proceso de reconsideración de estos aspectos de calidad en la vivienda, el cual ha llevado como un punto de partida la normativa de aislación térmica en las techumbres, incorporada en la Ordenanza General de construcciones el año 2000 (Toro, et al, 2003).

La calidad de la construcción habitacional en Chile es en general deficiente, sobre todo en las viviendas construidas para los estratos socio-económicos de menores ingresos. Esto es reconocido por el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, la Cámara Chilena de la Construcción y por los propios compradores de viviendas, una vez que las han habitado (Haramoto et al., 2004). El propósito de la investigación *Determinación de los Estándares de Bienestar Habitacional, para Mejorar la Calidad de la Construcción en Viviendas en Chile* es contribuir a resolver el problema de la deficiente calidad de la construcción habitacional en Chile, adoptando como hipótesis que la calidad de una vivienda se asegurara cuando al momento de proyectarla, se consideren como un todo los factores climáticos, de diseño y materialidad.

Hoy en día una vivienda social no es perfecta pero ha mejorado notoriamente en lo que concierne a su funcionalidad y estructura. Como se ha experimentado y verificado en todo el país, los principales defectos de construcción de las edificaciones de viviendas sociales se manifiestan en épocas de invierno con lluvias prolongadas y niveles de humedad altos, los cuales ponen a prueba cualquier tipo de edificación pero, sin duda que cuando se trata de viviendas económicas, de construcción débil y pertenecientes a familias de escasos recursos, el hecho adopta una connotación grave.

Los problemas más sensibles hallados en una edificación de viviendas básicas dependerán de los materiales empleados en ella, de las condiciones climáticas a las que se exponga, de la forma como fueron ejecutados los trabajos de construcción, disposición e instalación de materiales, de los diversos tratamientos de protección aplicados, impermeabilización, hidrorrepelentes, ignífugos, de los controles de calidad efectuados tanto en las faenas como a la mano de obra y del uso de la vivienda. Por ejemplo, en la edificación de viviendas sociales básicas construidas con bloques de cemento huecos, una de las patologías más frecuentes es la filtración en los muros y por consiguiente la aparición de hongos.

Los tamaños insuficientes y la casi nula adaptabilidad a los requerimientos según el ciclo de crecimiento o decrecimiento de cada familia en particular, son el origen de la mayoría de las ampliaciones y de las transformaciones interiores que deben realizarse en las viviendas. Estas modificaciones se producen con el correr de los años, realizándose sin profesionales y sin control técnico alguno. A esto se agrega que las soluciones tienden a reproducirse, sin mayores variantes, en cualquier lugar del territorio, no importando las diferentes condiciones y requerimientos que conlleva dicho emplazamiento (Herrera, 2003).

La vivienda social presenta problemas por la acumulación del déficit durante el tiempo. Existen falencias constructivas, estándares dimensionales muy bajos, deficiencias en las condiciones de habitabilidad de los recintos, entre otros. Estas falencias se pueden clasificar de la siguiente manera según la investigación de Herrera (2003), *Vivienda Social Progresiva de Crecimiento Interior*:

- **Calidad:** Las necesidades de la vivienda pueden ser implícitas o explícitas, y se relacionan con sus propiedades de estabilidad estructural, habitabilidad y durabilidad. Cuando se habla de habitabilidad debe pensarse en el acondicionamiento físico ambiental (temperatura, acústica, ventilación, humedad, iluminación natural y asoleamiento) que se espera tengan las viviendas y en el tamaño, condiciones de guardado, de aislamiento personal, etc.
- **Confort:** Esta no es una cualidad que se tome en cuenta lo suficiente, solo se habla de condiciones mínimas de habitabilidad. Si bien ha mejorado con el tiempo, la reducción en la utilización de materiales puede afectar las condiciones básicas ambientales aceptables. Se presentan deficiencias en cuanto a protección de factores climáticos (lluvia, viento, temperatura, etc.).
- **Función:** En la vivienda no es un factor predominante al momento de planificar y diseñar. La función se subordina al factor económico, en cualquier parte del país se repite y replica la misma solución sin tomar en cuenta las condiciones y características de cada zona.
- **Tamaño:** Se responde a estándares dimensionales muy bajos, de acuerdo principalmente a un factor económico. Los problemas surgen cuando el tamaño de la vivienda colapsa ante el crecimiento vegetativo de la familia, el allegamiento y el hacinamiento.
- **Estándar:** Es el nivel que el MINVU fija y debe mostrar a través de reglamentos. Cuando uno o más de las características requeridas para alcanzar este estándar son deficitarias provocan efectos muy negativos: goteras del techo, frío en el invierno, humedades en los muros, etc.
- **Identidad:** La suma de estas consecuencias desencadena el desarraigo y falta de identidad. Esto explica que después de entregadas las viviendas aparezcan modificaciones de fachada, intentando diferenciarse del resto de las casas del conjunto.

4.3 Humedad en Viviendas Sociales

La guerra contra la humedad fue el origen de las construcciones humanas. Huyendo de la lluvia, granizo y nieve, el hombre primitivo se refugió en las cavernas. Pero las humedades que penetraban por las paredes y suelo los expulsaron de sus cuevas, fue entonces cuando el hombre construyó sus primeras chozas con madera que en superabundancia le ofrecían los bosques. Fue de nuevo la humedad que produciendo la putrefacción de la madera obligó al hombre a buscar otros materiales de construcción de mayor poder aislante y mayor resistencia a la acción de la humedad. Así, edificios dan cobijo ideando nuevos métodos para impedir la formación de humedades. Cuando al fin se había logrado un aislamiento casi perfecto, la comodidad le hizo conducir hasta el interior de su morada el agua, necesaria para su sustento y limpieza, creando nuevas fuentes de humedad (Ulsamer, 2001).

La humedad puede ser causada por un proyecto deficiente desde el punto de vista habitabilidad, calidad de los materiales no adecuados a las condiciones existentes, fallas de tipo constructivo, sistemas constructivos mal utilizados, aislamiento térmico deficiente, ausencia de un control de calidad adecuado y sistemático, ausencia de normalización nacional, falta de una adecuada mantención.

Los servicios de Vivienda y Urbanización (SERVIU) se ocupan de licitar, contratar y supervisar los proyectos y la ejecución de los conjuntos habitacionales de vivienda social, principalmente en el rango de la vivienda básica.

En cuanto a normativas específicas, su estudio y desarrollo por encargo de entidades del Estado o privadas, lo efectúa el Instituto Nacional de Normalización (INN). Dichas normas generalmente son complementarias a la estructura normativa vigente; sin embargo no tienen el carácter de obligatorio, salvo que sean expresamente citadas en dicha normativa.

En la investigación que lleva por nombre *Sistematización y análisis de la normativa Habitacional Chilena Según el Concepto de Bienestar Habitacional* (Caquimbo y Martínez, 2004) se realiza una recopilación de Normativas Chilenas con respecto al factor térmico y se deja constancia que: “En la normativa revisada no hay disposiciones para las variables del factor térmico en las escalas de entorno inmediato y conjunto habitacional, salvo dos artículos de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción que regulan variables de ganancias y pérdidas terminas respecto a la última escala mencionada (conjunto habitacional)”. Sobre el tema específico de la condensación, las Normas Chilenas pertinentes no se han definido como obligatorias.

Se produce condensación en el interior de la vivienda cuando la temperatura de la superficie del muro es inferior a la temperatura de rocío del aire en contacto con esta superficie. Esta temperatura depende esencialmente del coeficiente de aislamiento de la pared (cantidad de calor que es transmitida a través de una superficie determinada). Se demuestra que en condiciones normales de la vivienda, este coeficiente debe tener un valor sensiblemente inferior a 1. Los reglamentos (OGUC) fijan valores mínimos en función de la región y de la naturaleza del muro (Bayón, 1982).

Además de su efecto en la transferencia de calor, la humedad tiene otras implicaciones, sobre todo en climas tropicales/húmedos. Se sabe bien que la humedad puede causar daños a la estructura del edificio y puede favorecer el crecimiento de moho y hongos, afectando la salud de los ocupantes del edificio.

Fue publicado por la revista del Instituto de la Vivienda la investigación titulada *Habitabilidad térmica en las viviendas básicas de la zona central de Chile* (Sarmiento y Hormazabal, 2013) que habla sobre la habitabilidad de las viviendas sociales. Aquí, el concepto de bienestar térmico, se refiere a la sensación de bienestar físico de los seres humanos y que está influenciado por los factores que pasamos a analizar a continuación.

El factor más importante, pero no el único, es la temperatura del aire ambiente que rodea a la persona. En segundo lugar podemos enunciar la humedad relativa del aire ambiente. En tercer lugar debemos referirnos a la temperatura de las superficies que rodean a la persona. Este último aspecto es importante por el mecanismo de intercambio de energía radiante entre el sujeto y las superficies circundantes. La velocidad del aire ambiente, el tipo de vestimenta y la actividad realizada por el sujeto también juegan un papel importante en los aspectos analizados

Las condiciones climáticas conocidas de nuestro país respecto a la humedad relativa alta en invierno y baja en verano, nos indica probable incidencia secundaria en las temperaturas límites.

Por todo lo anterior, se determinó la habitabilidad térmica de 8 viviendas relacionando la temperatura del aire ambiente del living o la media del cielo y aire ambiente del living, y cuando este alcance o sobrepase los 18.3°C se considera alcanzado el bienestar térmico mínimo para la vivienda en invierno. Los resultados fueron:

Tabla 4.3.1 – Habitabilidad Térmica.

CASA N°	CONSIDERANDO SOLO t AIRE	CONSIDERANDO t AIRE Y t CIELO
1	12,2	9,8
2	0,6	0
3	0	0
4	6,2	5,6
5	9,8	8,5
6	5,8	5,8
7	9,5	7,7
8	4,5	4,1

Fuente: Habitabilidad Térmica en las Viviendas Básicas de la Zona Central de Chile, a la luz de los resultados preliminares del proyecto FONDEF D0011039.

Basado en los resultados se pudo comprobar que en 6 de las 8 viviendas la habitabilidad térmica es de un 10% menor al considerar la temperatura del cielo. Lo anterior haría legítimo utilizar solo la temperatura del aire ambiente para la determinación de la habitabilidad térmica. Cabe hacer notar que los grados-día de calefacción para San Antonio (casa 3 y 4) son de 239 y de San Felipe (casa 1 y 2) de 247 permaneciendo así ambas localizadas en la Zona 3, según la Reglamentación Térmica del MINVU.

La diferencia de habitabilidad térmica por lo tanto no está influenciada de manera importante por el clima, sino que por posibles aspectos constructivos y de orientación. Lo anterior se puede confirmar al comparar la habitabilidad de la casa 1 y 2, ambos en la misma zona climática pero con notoria diferencia de habitabilidad.

En el estudio titulado *Diagnostico de Patologías en la Edificación de Viviendas Sociales* (División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional, 1998), realizado por profesionales del MINVU, ha catalogado una serie de fallas y deterioros como patologías a escala nacional y son aquellas que se esquematizan en el cuadro siguiente:

Tabla 4.3.2 – Resumen Patologías.

GRUPO	PATOLOGÍAS: DEFECTOS Y DETERIOROS MAS RECURRENTES
Pavimentos	Grieta radier; Erosiones superficie radier.
Estructuras	Grieta 45 grados en muros; Grieta vertical muro.
Terminaciones	Humedad tabique mixto; Fijación suelta ventanas y puertas; Deformación de tabiques.
Agua Potable	Instalación defectuosa redes; Filtración red interior.
Alcantarillado	Filtración red instalación; Instalación defectuosa artefactos.

Fuente: Diagnostico de patologías en la edificación de viviendas sociales, elaborada por la División Técnica de Estudios y Fomento Habitacional, MINVU (1998).

Sin duda, las patologías que consisten en filtraciones de agua tardan en ser descubiertas o detectadas dependiendo de la magnitud o gravedad de la filtración propiamente tal; de todos modos, genera un problema creciente de humedad en la estructura comprometida que se manifiesta con manchas húmedas localizadas. Esta situación afecta a la aislación térmica de la estructura, provoca la anidación de hongos o mohos, perjudica muebles en contacto con la superficie dañada y deteriora el revestimiento de esta. Si la filtración no es reparada, el problema crece influyendo tremendamente en la salubridad del recinto o de la vivienda. Sin embargo, estas patologías pueden ser evitadas o detectadas antes de recepcionar la obra, en el caso de que la causa se deba a trabajos ejecutados defectuosamente.

Aquellas patologías relacionadas con el grupo de terminaciones, específicamente la relacionada con humedad en tabique mixto, puede deberse a que el material es demasiado higroscópico o sea, es probable un problema de condensación intersticial.

Los resultados, conclusiones y discusiones obtenidos de la investigación *Evaluación de la Humedad por Condensación Dentro de Viviendas Sociales* (Martínez et al, 2005) fueron las siguientes y relatan que las causas de aparición del fenómeno de condensación se refieren a dos factores primordiales, bajas temperaturas de las superficies con respecto a la temperatura del aire interior, que depende del aislamiento térmico de la envolvente, y alta humedad relativa del aire ambiente interior.

La humedad relativa debe estar dentro de ciertos límites para mantener un ambiente confortable e higiénico. Este rango debe encontrarse entre 40 a 70% para que las condiciones de habitabilidad sean aceptables (INN, 1987). Una humedad relativa que sobrepase el 70% implica un riesgo de formación de condensación, es decir, puede o no generarse el fenómeno, pero lo que sí ocurre es la aparición de hongos dentro de la vivienda, aspecto que atenta contra la salud de los habitantes.

El fenómeno de condensación superficial tiene su origen en el cambio de estado del vapor de agua contenido en el aire que se encuentra en las viviendas, pasando del estado gaseoso al estado líquido, sobre las superficies interiores de los muros. Al existir una generación excesiva de vapor de agua dentro de las viviendas, y si los elementos que forman parte de la envolvente no están suficientemente aislados térmicamente, de modo de evitar que sus superficies interiores tengan temperaturas inferiores al punto de rocío del aire, comienza el conocido fenómeno de condensación superficial.

La investigación permitió concluir que el fenómeno de condensación es un problema recurrente en las viviendas sociales, y que las causas principales son la alta humedad relativa del aire ambiente interior y las bajas temperaturas superficiales de muros y cielos con respecto a la temperatura de aire interior.

Gran parte de los estudios realizados para evaluar y determinar condiciones óptimas de habitabilidad de viviendas se hace alusión directamente a las condiciones de aislación térmica existente, o en su defecto, ausentes de las mismas. Si bien, las condiciones climáticas en la mayoría de las zonas de nuestro país se consideran húmedas, se pudo concluir que el estar más o menos expuestas a estas condiciones no determina necesariamente una condición de mayor o menor humedad, esta se presentan independiente de la zona de ubicación de la vivienda.

Dentro de las patologías reiteradas presentes en viviendas sociales se encuentra nuevamente la humedad. Esta está originada por filtraciones de agua que afectan a la aislación térmica de la vivienda pudiendo crear hongos y mohos dañinos para sus habitantes. Las viviendas sociales son altamente propensas a la humedad por condensación a causa del excesivo vapor de agua que se produce dentro de ellas y la falta de aislación térmica de sus muros.

Como es sabido, el concepto de bienestar térmico, se refiere a la sensación de bienestar físico de los seres humanos y que está influenciado por los factores que pasamos a analizar a continuación. El factor más importante, pero no el único, es la temperatura del aire ambiente que rodea a la persona. En segundo lugar podemos enunciar la humedad relativa del aire ambiente (Sarmiento y Hormazábal, 2013).

4.4 Consecuencia de la Humedad en Viviendas Sociales

La humedad puede causar variados efectos en las viviendas y, consecuentemente, en la calidad de vida de sus habitantes, tales como daño en terminaciones, deterioro de elementos constructivos, aparición de mohos y hongos y hasta enfermedades de sus ocupantes. Todo esto repercute directamente en el deterioro del inmueble disminuyendo su vida útil.

La vivienda social presenta condiciones para que microorganismos proliferen, donde la humedad es uno de los principales factores, y como ha sido demostrado en investigaciones anteriores, es una tendencia en las viviendas sociales. En muchos casos estos microorganismos pueden causar molestias y malestares llegando en algunos casos a causar enfermedades en los huéspedes de la vivienda.

Para que los hongos puedan vivir hace falta que exista materia orgánica, viva o muerta, procedente de plantas o animales y para poder absorber los nutrientes derivados de la descomposición de los restos orgánicos los hongos necesitan abundante humedad ambiental que disuelva estas sustancias y una temperatura adecuada que favorezca las reacciones metabólicas. La vivienda social cuenta con estas condiciones por lo cual es más propensa a la aparición de hongos.

Los hongos son organismos que no necesitan de la energía proveniente de la luz para crecer, producen grandes cantidades de esporas microscópicas que están siempre presentes en el ambiente y que se esparcen mediante corrientes de aire. Las esporas germinan cuando encuentran un ambiente favorable. Después de alojarse en el material receptor, las esporas deben contar con la humedad suficiente para germinar y alimentarse, de no haber humedad, las esporas permanecerán inactivas hasta que se presenten condiciones más favorables.

Los factores ambientales que afectan la tasa de crecimiento de los microorganismos, incluyen temperatura y humedad relativa.

Los microorganismos tienen un rango óptimo, así como un mínimo y un máximo de temperatura para crecer. Por lo tanto, la temperatura ambiental determina no solamente la tasa de proliferación sino también los géneros de microorganismos que prosperan y el grado de actividad microbiana que se registrará. La temperatura óptima para la proliferación de la mayoría de los microorganismos va de 14°C a 40°C, aunque algunos géneros prosperarán por debajo de 0°C, la temperatura más baja reportada con crecimiento microbiano es de -34°C, y otros géneros crecerán a temperaturas por arriba de 100°C.

Todos los microorganismos tienen un alto requerimiento por agua, necesaria para su crecimiento y actividad. Una alta humedad relativa puede provocar condensación de humedad en las paredes y techos. La condensación causa superficies húmedas, que conducen al crecimiento microbiano. El crecimiento microbiano es inhibido por una humedad relativa baja.

Las bacterias requieren una humedad mayor que levaduras y hongos. La humedad relativa óptima para las bacterias es de 92% o superior, mientras que las levaduras prefieren valores de 90% o superior y los hongos prosperan si la humedad relativa está entre 85% y 90%. Documentos hablan también de humedad como valor mínimo para crecimiento de 60% de humedad relativa.

La vivienda dispone de regulación respecto a los factores térmicos y lumínicos. Del mismo modo, la Ordenanza regula las entradas de aire y luz de los recintos habitacionales, las que deben proceder directamente del exterior.

Sobre el tema específico de la condensación, las Normas Chilenas pertinentes no se han definido como obligatorias (Caquimbo y Martínez, 2004). Se produce condensación en el interior de la vivienda cuando la temperatura de la superficie del muro es inferior a la temperatura de rocío del aire en contacto con esta superficie (Bayón, 1982).

Las viviendas sociales en Chile regularmente carecen de aislación térmica en la envolvente, aspecto que potencia el riesgo de condensación, llevándolo a la condición de elevado (Sarmiento y Hormazábal, 2003). El fenómeno de condensación superficial tiene su origen en el cambio de estado del vapor de agua contenido en el aire que se encuentra en las viviendas, pasando del estado gaseoso al estado líquido, sobre las superficies interiores de los muros. Al existir una generación excesiva de vapor de agua dentro de las viviendas, y si los elementos que forman parte de la envolvente no están suficientemente aislados térmicamente, de modo de evitar que sus superficies interiores tengan temperaturas inferiores al punto de rocío del aire, comienza el conocido fenómeno de condensación superficial (Martínez et al., 2005).

La investigación *Evaluación de la Humedad por Condensación Dentro de Viviendas Sociales*, permitió concluir que el fenómeno de condensación es un problema recurrente en las viviendas sociales, y que las causas principales son la alta humedad relativa del aire ambiente interior y las bajas temperaturas superficiales de muros y cielos con respecto a la temperatura de aire interior.

5. Muestra

5.1 Lugar de Estudio

La toma de muestras se realizó en un condominio de viviendas sociales ubicado en la comuna de Viña del Mar en el sector de Santa Julia, más específicamente en calle Santa Ana intersección con Calle A. Es un sector altamente poblado en el que no predominan las áreas verdes por sobre las zonas urbanizadas.



Figura 5.1.1 – Ubicación Satelital Sector Santa Julia.

Se encuentra ubicado en la parte alta de la comuna de Viña del Mar.

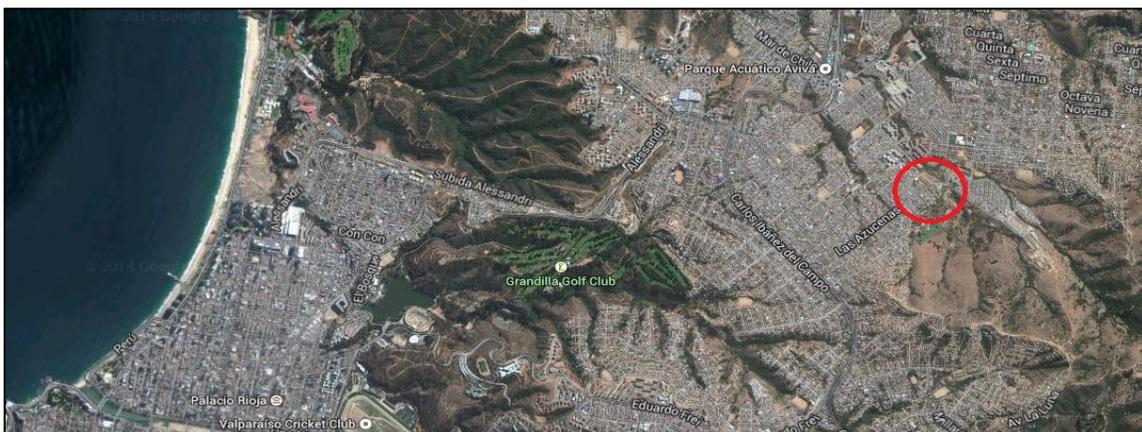


Figura 5.1.2 – Ubicación Satelital Sector Viña del Mar.

5.2 Descripción de Viviendas

Los edificios constan de 5 pisos cada uno y con 3 departamentos por piso idénticos entre sí, cada uno de no más de 50 m². Su construcción y estructura es sólida y de albañilería. Fue revestida con estuco y pintada a modo de mantenimiento hace 5 años aproximadamente por iniciativa y financiamiento de los mismos habitantes.



Figura 5.1.3 – Panorámica Condominio.

Se estructuran en un sistema constructivo denominado como “albañilería confinada”, que consiste en una estructura resistente de pilares, vigas, cadenas y losa de hormigón armado rellena con muros exteriores de albañilería de ladrillo de arcilla de 14 (cm) de espesor, generalmente sin revestimiento. Los tabique interiores son de 7 a 10 (cm) de espesor, pueden ser de estructura de madera o metálica, revestidos en planchas de volcanita, estos tabiques son huecos, entre las planchas de volcanita no se instala ningún material de relleno, ni aislación de ningún tipo. Las puertas son de placa de madera huecas, y las ventanas de marco de aluminio y vidrio simple



Figura 5.1.4 – Escala Unión entre Edificios.

Su distribución es pareada frontalmente entre dos edificios y pareadas de a dos departamentos por piso. El acceso a los departamentos es por escalas que se entrecruzan dando y se enlazan a la entradas de los departamentos mediante un descanso en la llega. Existen dos escalas por par de edificio, cada una da acceso en sus descansos un par de departamentos.

Abarcan prácticamente la totalidad de la cuadra. Al no tener grandes edificios a su alrededor están expuestos día a día a los efectos del sol y el clima de la zona pero al estar pareados frontalmente el poco espacio entre ellos reduce considerablemente el paso del sol entre cada par de edificios.

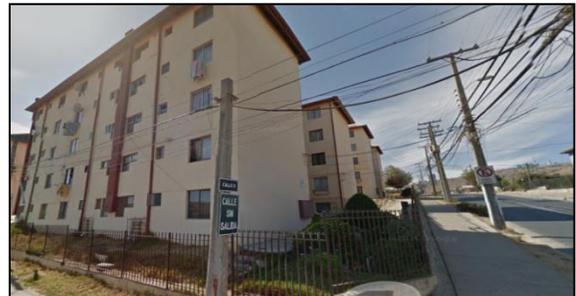


Figura 5.1.5 – Frontis Edificio.

5.3 Recolección de la Muestra

A) Resultado de la Muestra a partir de la Población

Se consideró como población para la muestra un par de edificios con 5 pisos cada uno y 3 departamentos por piso lo que da un total de 30 viviendas disponibles, 100% de la población. En el momento de la visita 9 de las casas (30%) no se encontraban habitadas lo que redujo la muestra disponible a 21 viviendas (70%) del total de la población. De las 21 casas restantes, por consentimiento de los moradores, se pudo tener acceso a 10 viviendas (33%) para la toma de muestras descartando así las 11 restantes (37%).

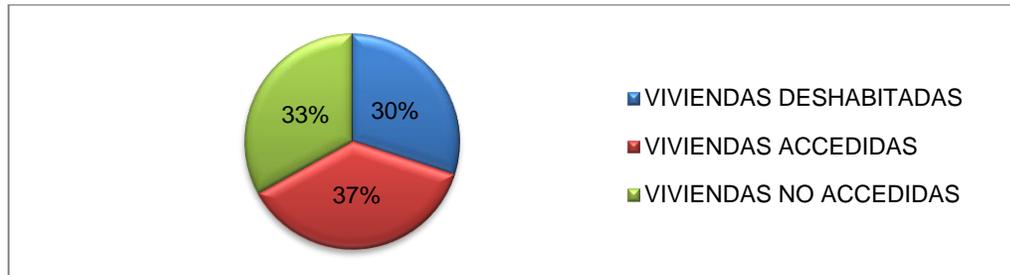


Figura 6.2.1 – Gráfico Distribución de Población.

B) Toma de Muestra

Dentro de las 10 viviendas a las que se tuvo acceso, la toma de muestra no tuvo un orden sistemático ni protocolizado por dos razones, primero el acceso a la totalidad de las casas es limitado dependiendo de la disposición sus moradores y, segundo el lugar de aparición de humedad es variable dentro de cada departamento. Del total de 10 viviendas se tomaron 31 muestras en total con la siguiente distribución de muestras por vivienda:

Tabla 5.2.1 – Conteo de Muestras por Vivienda.

N° VIVIENDA SOCIAL	N° MUESTRAS EXTRAIDAS
1	4
2	3
3	1
4	1
5	1
6	2
7	4
8	4
9	11
10	1

FUENTE: Elaboración Propia.

C) Codificación de la Muestra

La codificación de la muestra será: VS N° – M N°, dónde:

- VS: Vivienda Social.
- N°: Número de la Vivienda Social
- M: Muestra
- N°: Número de la Muestra

Tabla 5.2.2 – Codificación de Muestras.

VIVIENDA SOCIAL N°	MUESTRA N°	CODIGO DE LA MUESTRA
1	1	VS 1 – M 1
1	2	VS 1 – M 2
1	3	VS 1 – M 3
1	4	VS 1 – M 4
2	5	VS 2 – M 5
2	6	VS 2 – M 6
3	7	VS 3 – M 7
4	8	VS 4 – M 8
5	9	VS 5 – M 9
6	10	VS 6 – M 10
6	11	VS 6 – M 11
7	12	VS 7 – M 12
7	13	VS 7 – M 13
7	14	VS 7 – M 14
7	15	VS 7 – M 15
8	16	VS 8 – M 16
8	17	VS 8 – M 17
8	18	VS 8 – M 18
8	19	VS 8 – M 19
9	20	VS 9 – M 20
9	21	VS 9 – M 21
9	22	VS 9 – M 22
9	23	VS 9 – M 23
9	24	VS 9 – M 24
9	25	VS 9 – M 25
9	26	VS 9 – M 26
9	27	VS 9 – M 27
9	28	VS 9 – M 28
9	29	VS 9 – M 29
9	30	VS 9 – M 30
10	31	VS 10 – M31

FUENTE: Elaboración Propia.

6. Desarrollo Experimental

6.1 Materiales

A) Torulin en Tubo

Descripción: Tubo que contiene medio de cultivo en el fondo donde se introduce el bastoncillo con la muestra biológica es recogida.

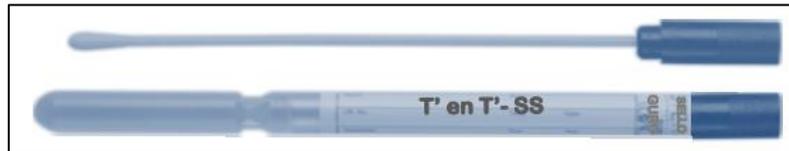


Figura 6.1.1 – Torulin en Tubo.

B) Placa Petri

Descripción: La placa es un recipiente redondo con una cubierta de la misma forma que la placa, pero algo más grande de diámetro. Es aquí donde el hongo se aísla y crece.



Figura 6.1.2 – Placas Petri.

C) Medio de Cultivo Solido

Descripción: Solución que cuenta con los nutrientes necesarios para el crecimiento de microorganismos, recogidos anteriormente con el torulin. Al ser solido es utilizado dentro de las placas petri. Contiene:

- 15 (gr) de agar.
- 10 (gr) de malta.
- 1000 (cc) de agua destilada.

D) Dosificador y Frasco

Descripción: Permite dosificar en rangos de entre 1 (ml) y 25 (ml), además es resistente a gran cantidad de soluciones dando mayor posibilidad de usos.



Figura 6.1.3 – Dosificador.

E) Medio de Cultivo Líquido

Descripción: Solución que cuenta con los nutrientes necesarios para el crecimiento de microorganismos aislados anteriormente en las placas de petri. Al ser líquido permite que el hongo crezca también en mayor volumen. Contiene:

- 10 (gr) de malta.
- 1000 (cc) de agua destilada.

F) Tubo Eppendorf

Descripción: Es un contenedor cilíndrico de plástico con fondo cónico. Tiene como propósito contener el hongo luego de un proceso de filtrado y secado.



Figura 6.1.4 – Tubo Eppendorf.

6.2 Máquinas

A) Balanza de Laboratorio

Descripción: Balanza ofrece valores de precisión de lectura de 0,1 (μg) a 0,1 (mg).



Figura 6.2.1 – Balanza de Laboratorio.

B) Autoclave

Descripción: Recipiente metálico con cierre hermético. Permite generar vapor de agua hasta obtener una presión interna de 103 (kPa) y una temperatura de 121 C° con el propósito de esterilizar los elementos a utilizar en laboratorio.



Figura 6.2.2 – Autoclave.

C) Cámara de Flujo Laminar

Descripción: Recinto que emplea un ventilador para proporcionar aire limpio al recinto. Es aquí donde se realizan los procesos de laboratorio para evitar contaminaciones externas.



Figura 6.2.3 – Cámara de Flujo Laminar.

D) Estufa

Descripción: Este equipo se utiliza para secar elementos dentro de recipientes de vidrio y metal. Opera entre la temperatura ambiente y los 350 °C.



Figura 6.2.4 – Estufa.

E) Agitador Vortex

Descripción: dispositivo utilizado para agitar tubos o frascos con mezclas, reacciones y soluciones en su interior.



Figura 6.2.5 – Agitador Vortex.

F) Centrífuga

Definición: Máquina que a través de la fuerza centrífuga acelera la decantación de la muestra, o sedimentación de sus componentes.



Figura 6.2.6 – Centrífuga.

G) Datalogger

Descripción: Es un dispositivo electrónico que registra datos en el tiempo o en relación a la ubicación por medio de instrumentos y sensores propios o conectados externamente. Los datalogger utilizados registran temperatura y humedad relativa.



Figura 6.2.7 – Datalogger.

6.3 Metodología de Trabajo

6.3.1 OBJETIVO ESPECIFICO 1: Análisis de las Condiciones de Humedad Relativa y Temperatura dentro de Viviendas Sociales.

A) Colocación de Dispositivos en Viviendas

Procedimiento: Se colocó un datalogger en el interior de cada una de las viviendas. El sector en el cual se instaló el dispositivo fue determinado por los mismos huéspedes quienes lo identificaron como el que presenta mayor humedad según su percepción. Se descartó inmediatamente como posibilidad baño y cocina, ya que son focos de humedad por si mismos lo cual no aportaría información relevante para la investigación.

B) Programación de Dispositivos

Procedimiento: Se programó la toma de datos en un rango de tiempo de 7 días (168 horas). La frecuencia de la toma de datos fue de 30 minutos, por lo tanto se llegó a 336 datos de temperatura y 336 datos de humedad.

6.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 2: Identificación de Hongos Presentes en el Interior de Viviendas Sociales.

A) Recolección de Muestras

Procedimiento: La muestra se recogió en forma directa desde la vivienda buscando dentro de la vivienda la presencia de hongos en cualquiera de sus habitaciones. Con el torulin se raspó el sector donde se encuentra el hongo e introdujo al tubo. El hongo se alimenta del extracto de malta y luego de aproximadamente una semana este hongo crece hasta tener un tamaño considerable y las condiciones suficientes para realizar el cultivo.

B) Preparación de Medio de Cultivo Sólido

Procedimiento: Para el crecimiento de la muestra se debe preparar un medio sólido de cultivo. Se mezcló 15 (gr) de agar, 10 (gr) de malta, diluidos en 1000 (cc) de agua destilada en el frasco del dosificador. La mezcla es esterilizada junto con las placas de Petri y el dosificador a 121°C por 30 minutos en autoclave. Una vez enfriado el medio de cultivo se aplicó 10 (ml) de solución a cada placa de Petri.

C) Cultivo de Hongos en Medio Sólido

Procedimiento: Luego de que el hongo ha crecido dentro del tubo con el extracto de malta, este está listo para ser inoculado en la placa de petri sobre el medio de cultivo sólido.

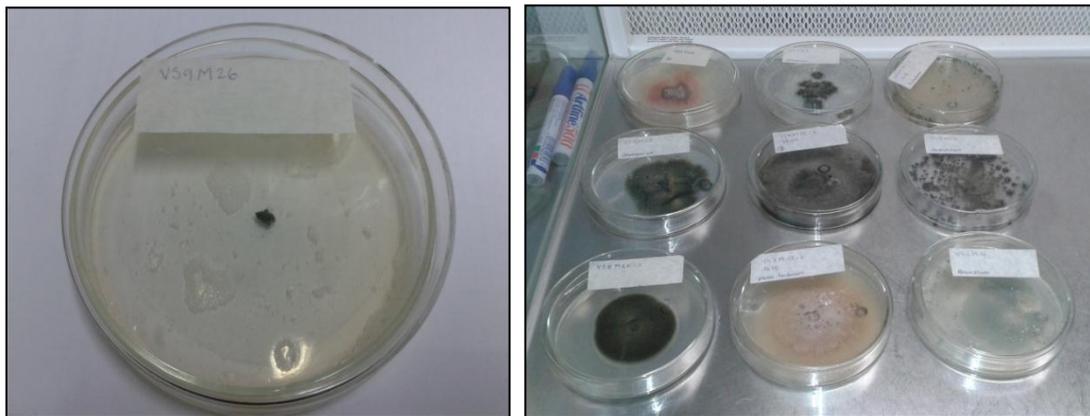


Figura 6.3.2.1 – Cultivo y Diferenciación de Hongos en Placas Petri.

D) Identificación por Morfología

Procedimiento: Luego que se obtiene un crecimiento considerable del hongo en la placa se puede observar de mejor manera su forma de crecimiento, color, elementos, entre otras características relevantes, para poder identificar el género de este hongo. Si estas características no son suficientes para la identificación de género, se puede recurrir a la microscopia mediante la cual se puede observar sus características microscópicas con las cuales también se puede determinar su clasificación.

E) Preparación de Medio de Cultivo Líquido

Procedimiento: Se continúa con la identificación de ADN.

Para el medio de cultivo se mezcló 10 (gr) de malta, diluidos en 1000 (cc) de agua destilada en un matraz. La mezcla es esterilizada junto con pequeños frascos y el dosificador, una vez enfriado el medio de cultivo, con el dosificador y bajo la cámara de flujo laminar se aplicó 50 (ml) de solución a cada frasco.



Figura 6.3.2.2 – Preparación Medio de Cultivo Líquido en Cámara de Flujo Laminar.

F) Cultivo de Hongos en Medio Líquido

Procedimiento: Luego que el hongo es visible y de tamaño considerable en la placa de Petri, es traspasa al medio de cultivo líquido. Se extrajo un trozo del medio sólido y se introdujo en el medio de cultivo líquido.

G) Secado y Aislación de la Muestra

Procedimiento: Cuando la muestra tiene un tamaño considerable y está en condiciones de filtrar y secar. El hongo es secado dentro de la estufa a 45°C por un día luego con el hongo ya seco este se raspó y en condición de polvillo es introdujo a un tubo eppendorf de 1,5 (ml) debidamente etiquetado.

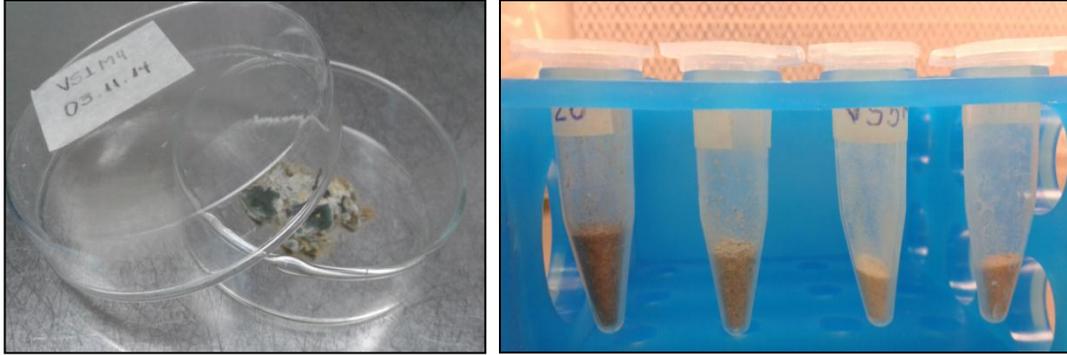


Figura 5.3.2.3 – Hongo Seco en Placa Petri y Molido en Tubo Eppendorf.

H) Extracción y Amplificación de la Muestra

Procedimiento: La etapa de extracción fue realizada en el laboratorio de Medicina de la Universidad de Valparaíso.

I) Identificación de Hongos

La identificación de cada una de las especies encontradas y aisladas se determinó sometiendo las secuencias a la base de datos del Centro Nacional para la Información Biotecnológica (NCBI) mediante el programa informático de alineamiento de secuencias BLAST.

7. Presentación y Análisis de Resultados

7.1 OBJETIVO ESPECIFICO 1: Análisis de las condiciones de Humedad Relativa y Temperatura dentro de Viviendas Sociales.

A) Temperatura

A continuación se presentaran los resultados de las lecturas de datos de temperatura de cada una de las viviendas a las que se tuvo acceso para esta parte de la investigación. Se presentarán gráficos grados versus horas. La cantidad de horas para la variable tiempo es de 168.

Vivienda Social 1:

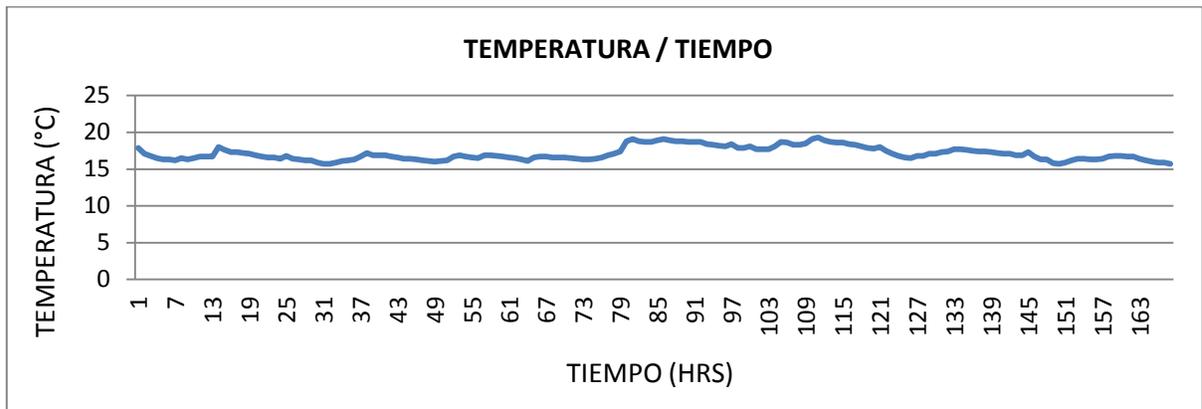


Figura 7.1.1 – Temperatura vs Tiempo Vivienda Social 1.

Vivienda Social 2:

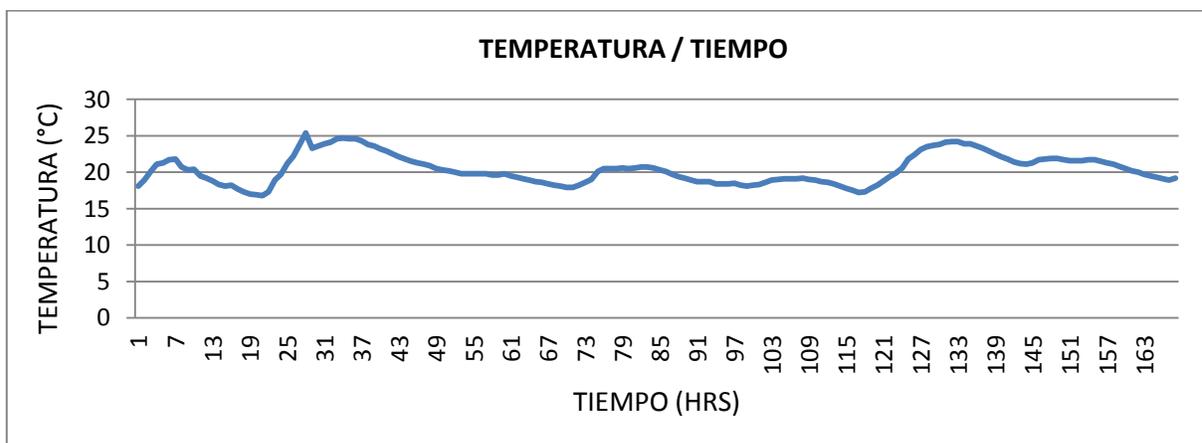


Figura 7.1.2 – Temperatura vs Tiempo Vivienda Social 2.

Vivienda Social 3:

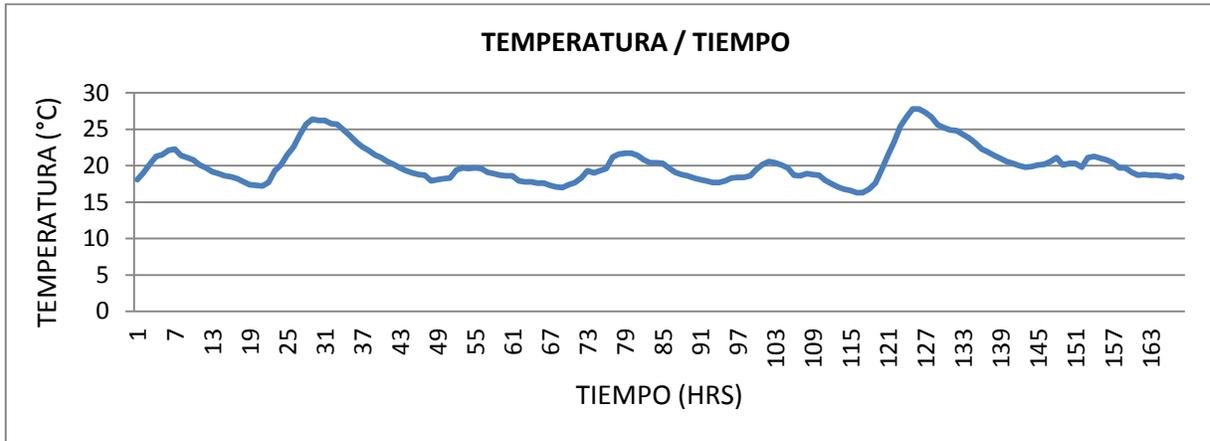


Figura 7.1.3 – Temperatura Vivienda Social 3.

Resumen:

Tabla 7.1.1 – Resumen Temperatura Viviendas Sociales.

VIVIENDA SOCIAL	1	2	3
MÁXIMA (°C)	19,3	25,4	27,8
MÍNIMA (°C)	15,4	16,8	16,3
PROMEDIO (°C)	17,1	20,4	20,3

FUENTE: Elaboración Propia.

Para conocer datos de temperatura se puede recurrir a variadas fuentes. Se debe considerar variables de estudio en el contexto más cercano al de esta investigación.

La sectorización climático habitacional hecha por la investigación *Sectorización Climático-Habitacional de las regiones de Valparaíso y Metropolitana* incluyen criterios y factores comunes a esta investigación, y aporta al análisis de los datos de interés. Aquí se definieron un conjunto de agentes componentes del clima que afectan el carácter habitable de una vivienda:

- Promedio mensual de temperaturas máximas.
- Promedio mensual de temperaturas mínimas.
- Promedio mensual de temperaturas medias.
- Horas de frío acumuladas, con base 7°C.
- Radiación solar.
- Humedad relativa del aire.
- Precipitaciones medias mensuales.
- Número de heladas.

Se diferenciaron 7 sectores dentro de la región de Valparaíso y Metropolitana.

- Sector Litoral Norte (LN).
- Sector Litoral Sur (LS).
- Sector Valle Central Norte (VCN).
- Sector Valle Central Medio (VCM).
- Sector Valle Central Sur (VCS).
- Sector Cordillera de la Costa (CC).
- Sector Cordillera Andina Sur (CAS).

La zona de estudio está ubicada en el Sector Litoral Norte. Se caracterizan por una humedad relativa alta debido a su vinculación con el mar (85% promedio anual), sus oscilaciones térmicas diarias son reducidas, no más de 10°C. Es frecuente que el sector experimente nubosidades matinales. El promedio anual de temperatura máxima es de 19,2°C y 10,2°C el promedio anual de temperatura mínima. En el Litoral Norte llueve un promedio de 354 (mm).

Tabla 7.1.2 – Valores Promedios Mensuales.

VARIABLES	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T máx. med	°C	23,5	22,9	21,4	19,3	17,3	15,8	15,2	15,3	16,6	18,7	21,0	22,8
T mín. med	°C	12,9	12,6	11,6	10,4	9,1	8,2	7,9	7,8	8,5	9,7	11,2	12,4
Osc Térm	°C	10,6	10,3	9,8	8,9	8,2	7,6	7,3	7,5	8,1	9,0	9,8	10,4
T med	°C	17,4	17,0	15,8	14,2	12,6	11,5	11,0	11,0	12,0	13,6	15,4	16,8
Horas Frío	HRS	0,0	0,0	0,0	1,0	11,0	33,0	45,0	48,0	24,0	4,0	0,0	0,0
Rad. Solar	Ly/DÍA	529	505	438	347	257	190	166	190	257	348	438	505
Hum Relat	%	80,0	81,0	83,0	85,0	88,0	89,0	90,0	89,0	87,0	84,0	82,0	81,0
Precipitac.	mm	5,0	5,3	8,1	19,1	65,8	78,2	65,4	54,8	23,7	14,1	8,5	6,0
N° Heladas	UN	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,15	0,17	0,1	0,0	0,0	0,0

FUENTE: Sectorización Climático-Habitacional de las regiones de Valparaíso y Metropolitana.

Para el caso de esta investigación los valores a utilizar serán los del mes de octubre ya que es el mes en que fueron captados los datos. Los valores de interés son

- Temperatura Máxima Media = 18,7 °C
- Temperatura Mínima Media = 9,7 °C
- Temperatura Media = 13,6 °C
- Humedad Relativa = 84 %

La temperatura máxima media del sector correspondiente a Litoral Norte y al mes de octubre es de 18,7°C, las temperaturas máximas registradas dentro de las viviendas sociales 1, 2 y 3 corresponden a 19,3°C, 25,4°C y 27,8°C respectivamente. En los tres casos es la temperatura máxima registrada superada el promedio del sector de estudio.

Las altas temperaturas favorecen el crecimiento de microorganismos, su temperatura de proliferación es desde los 14°C. Las temperaturas mínimas registradas superan el mínimo requerido para crecimiento con 15,4°C, 16,8°C y 16,3°C en las tres viviendas, lo que potencia más aun este fenómeno.

Con respecto al fenómeno de condensación se puede observar que, si la temperatura promedio del sector litoral es de 13,6°C y si la tendencia de temperaturas dentro de las viviendas promedia entre los 15,4°C y los 16,8°C, el riesgo de condensación dentro de la vivienda está presente por concepto. El hecho que la temperatura ambiente del sector en promedio sea menor a la temperatura interior de la vivienda produciría condensación, esto es por la baja o nula aislación térmica de los muros que permite que la temperatura exterior traspase los muros dentro de la vivienda.

En la Enciclopedia de la Climatización de Ángel Luis Miranda titulada *Aire Acondicionado*, explica cómo, en base a los datos de temperatura ambiental y humedad relativa, podemos deducir la temperatura a la cual se produciría condensación cuando las superficies de la vivienda tengan una temperatura igual o menor a este punto de rocío, esto a través de un diagrama psicrométrico donde se relacionan múltiples parámetros: temperatura, humedad relativa, humedad absoluta, punto de rocío, entalpía específica, calor sensible, calor latente y volumen específico del aire.

El punto de rocío es un concepto útil para el análisis de los datos obtenidos. El punto de rocío o temperatura de rocío es la temperatura a la que empieza a condensarse el vapor de agua contenido en el aire. El diagrama psicrométrico permite obtener este dato en base a la temperatura ambiente y la humedad relativa, de esta forma podemos suponer la temperatura a la que se condensará la humedad registrada y cruzar con información existente sobre el sector de las viviendas sociales.

Si consideramos la temperatura máxima y mínima captada en cada vivienda podemos plantear un rango para la temperatura de rocío. Esto nos daría un margen de temperaturas dentro del cual se podría producir condensación dentro de la vivienda.

Vivienda Social 1:

Temperatura Máxima = 19,3 °C; Humedad Relativa = 85,1% → Temperatura de Rocío = 16,8°C

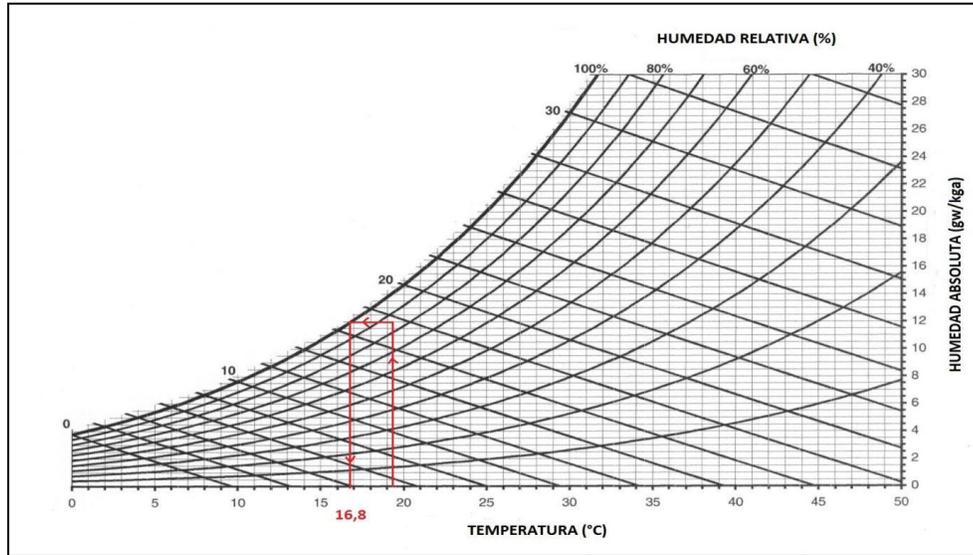


Figura 7.1.4 – Diagrama Sicrométrico Temperatura Máxima Vivienda Social 1.

Temperatura Mínima = 15,4 °C; Humedad Relativa = 74,9% → Temperatura de Rocío = 11,0°C

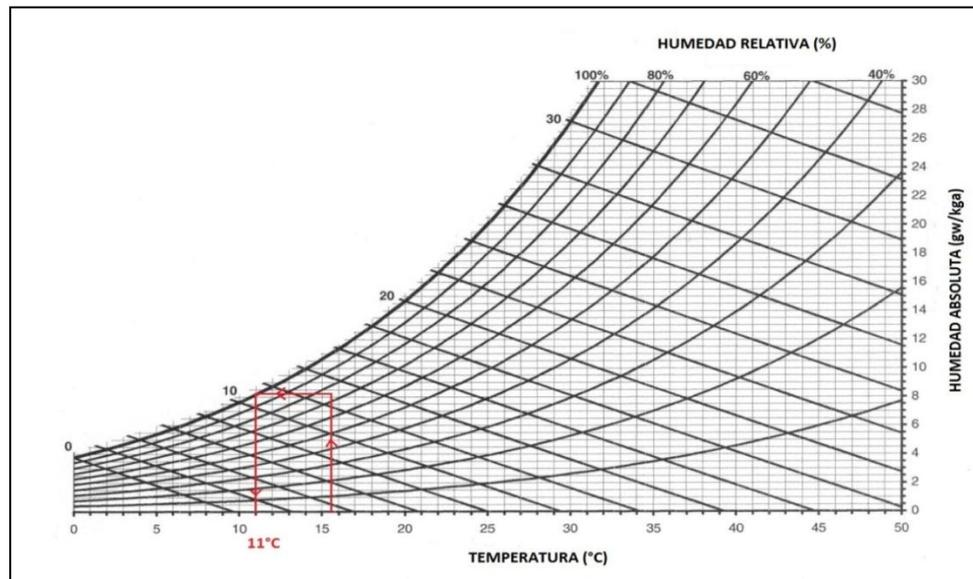


Figura 7.1.5 – Diagrama Sicrométrico Temperatura Mínima Vivienda Social 1.

→ Esto nos da un rango de Temperatura de Rocío de 11,0°C a 16,8°C.

Vivienda Social 2:

Temperatura Máxima = 25,4 °C; Humedad Relativa = 45,5% → Temperatura de Rocío = 12,8°C

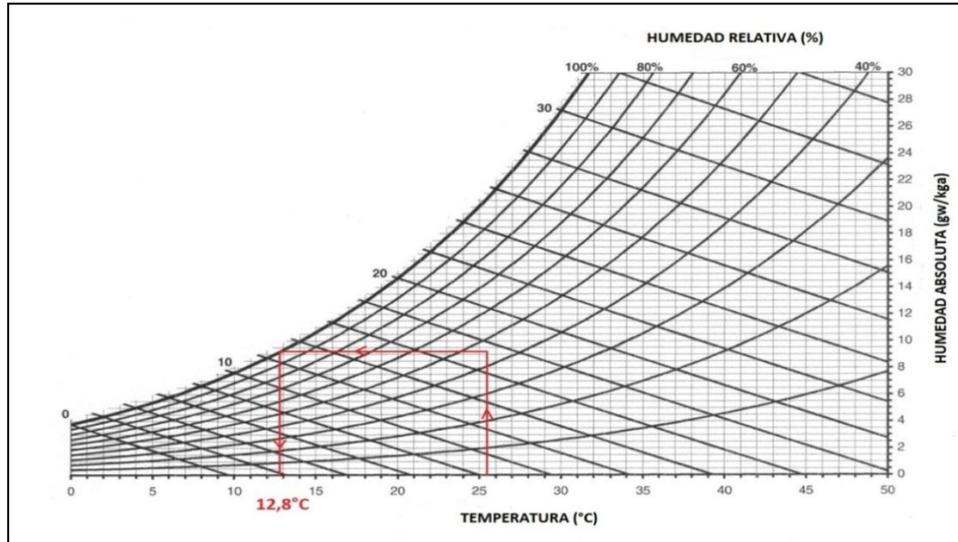


Figura 7.1.6 – Diagrama Sicrométrico Temperatura Máxima Vivienda Social 2.

Temperatura Mínima = 16,8 °C; Humedad Relativa = 57,9% → Temperatura de Rocío = 8,2°C

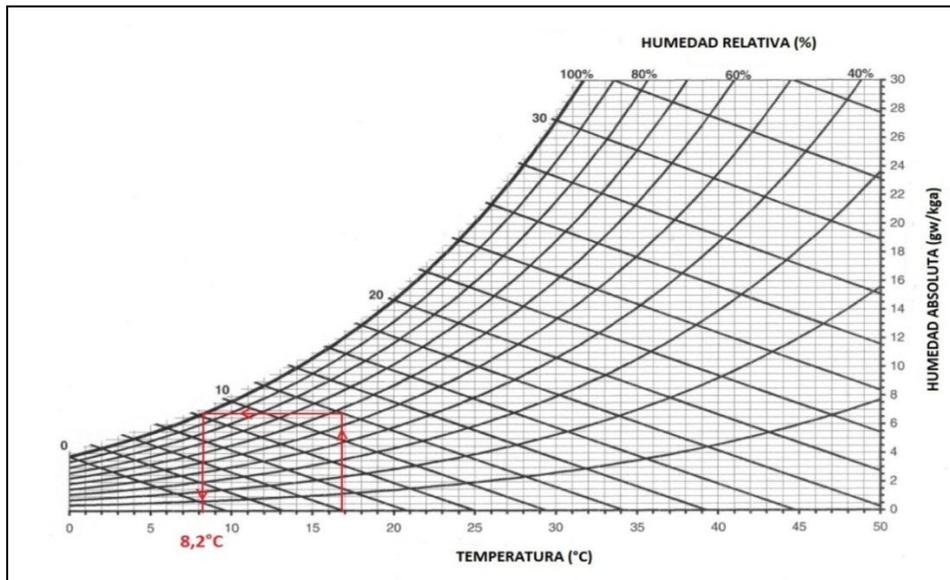


Figura 7.1.7 – Diagrama Sicrométrico Temperatura Mínima Vivienda Social 2.

→ Esto nos da un rango de Temperatura de Rocío de 8,2°C a 12,8°C.

Vivienda Social 3:

Temperatura Máxima = 27,8 °C; Humedad Relativa = 27,0% → Temperatura de Rocío = 7,2°C

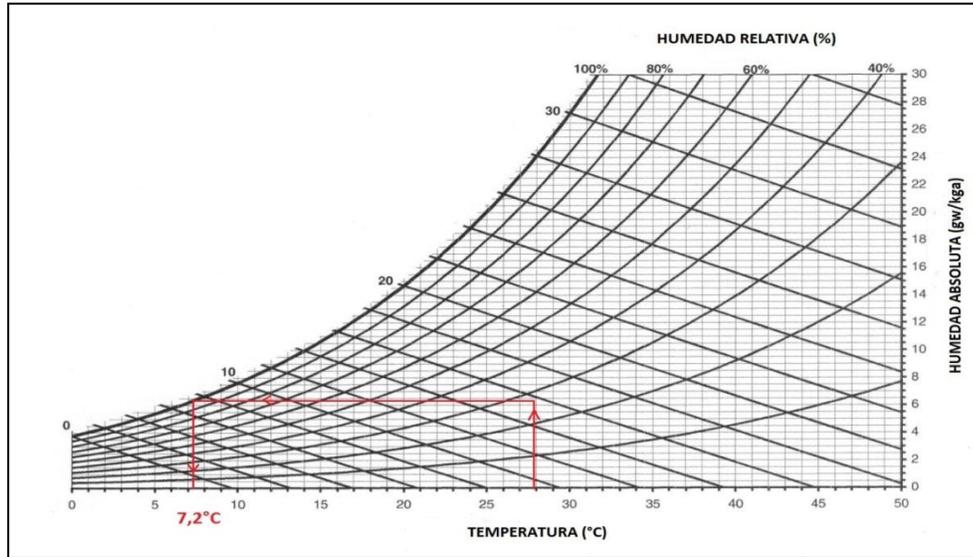


Figura 7.1.8 – Diagrama Sicrométrico Temperatura Máxima Vivienda Social 3.

Temperatura Mínima = 16,3 °C; Humedad Relativa = 70,6% → Temperatura de Rocío = 11,1°C

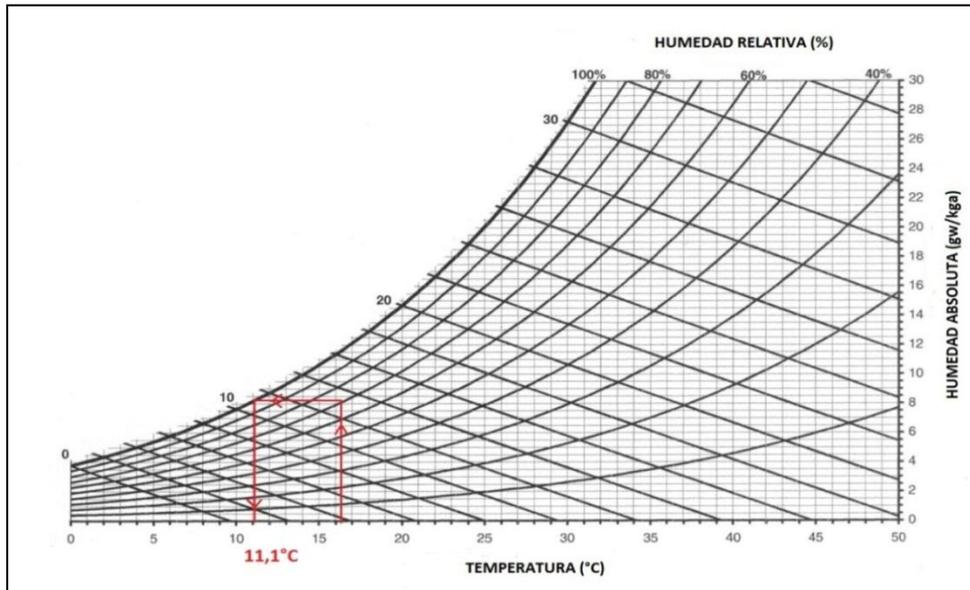


Figura 7.1.9 – Diagrama Sicrométrico Temperatura Mínima Vivienda Social 3.

→ Esto nos da un rango de Temperatura de Rocío de 7,2°C a 11,1°C.

Resumen:

Tabla 7.1.3 – Resumen Temperatura de Rocía Viviendas Sociales.

VIVIENDA SOCIAL	1	2	3
T MÁX ROCÍO (°C)	16,8	12,8	11,1
T MÍN ROCÍO (°C)	11,0	8,2	7,2

FUENTE: Elaboración Propia.

Si consideramos el peor de los casos, la temperatura mínima media considerada por la sectorización en el mes de octubre es de 9,7°C.

Para el rango de temperaturas de rocío de la vivienda social 1 se produciría condensación dentro del rango completo de temperaturas ya que la mínima temperatura de rocío es mayor a la temperatura mínima media del sector. En el caso de las vivienda 2 y 3 esta condensación no se produciría en todo su rango de temperatura ya que su mínimo no supera la temperatura mínima media (su máximo sí), es decir, solo en parte de este rango de temperaturas se produciría condensación.

Si acudimos al dato promedio del sector que es de 13,6°C en el exterior, se encuentra solo con riesgo de condensación en la vivienda uno, ya que en las dos restantes sus temperaturas de rocío son menores a la temperatura media exterior. Esto no exime a las viviendas de riesgos, si nos permite deducir que el riesgo de condensación está latente ya que depende netamente de que las condiciones existentes se presenten en los tiempos correctos. Las viviendas cuentan con las condiciones necesarias para que se produzca este fenómeno en cuanto a su humedad relativa y temperatura interior. La temperatura ambiente exterior también cuenta con las condiciones necesarias ya que en promedio es más baja que el promedio de temperaturas interiores de las viviendas. Si tomamos en cuentas los promedios de temperaturas de las viviendas, 17,1°C, 20,4°C y 20,3°C, están todas sobre el promedio exterior, por lo tanto existe riesgo de condensación.

B) Humedad

A continuación se presentaran los resultados de las lecturas de datos de humedad de cada una de las viviendas a las que se tuvo acceso para esta parte de la investigación. Se presentarán gráficos porcentaje de humedad versus horas. La cantidad de horas para la variable tiempo es de 168.

Vivienda Social 1:

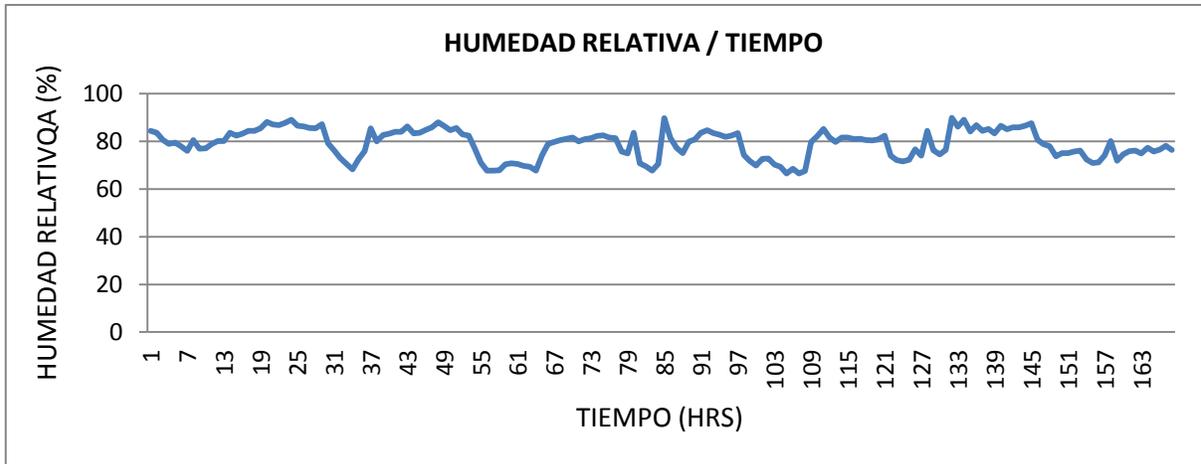


Figura 7.1.10 – Humedad Relativa Vivienda Social 1.

Vivienda Social 2:

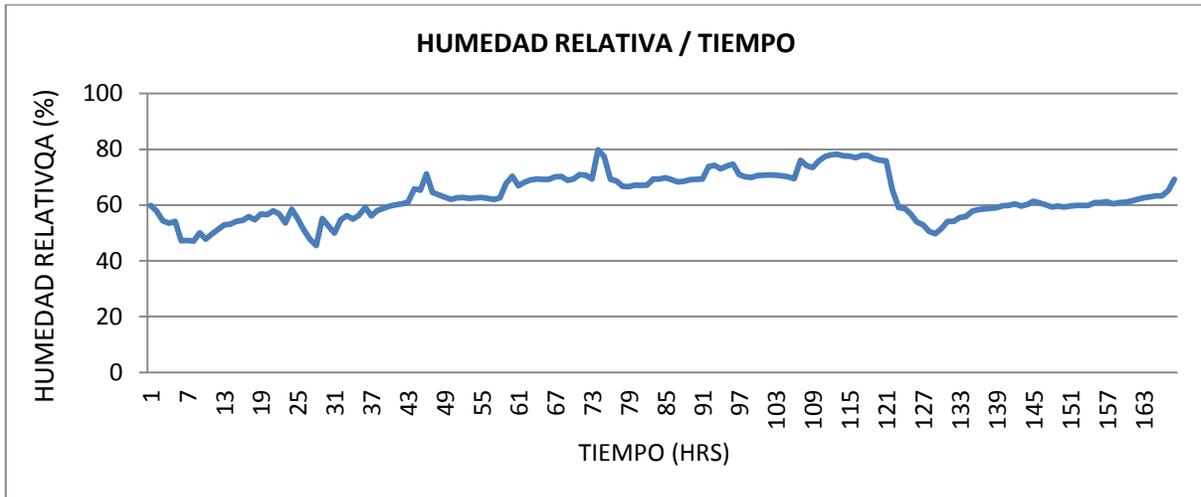


Figura 7.1.11 – Humedad Relativa Vivienda Social 2.

Vivienda Social 3

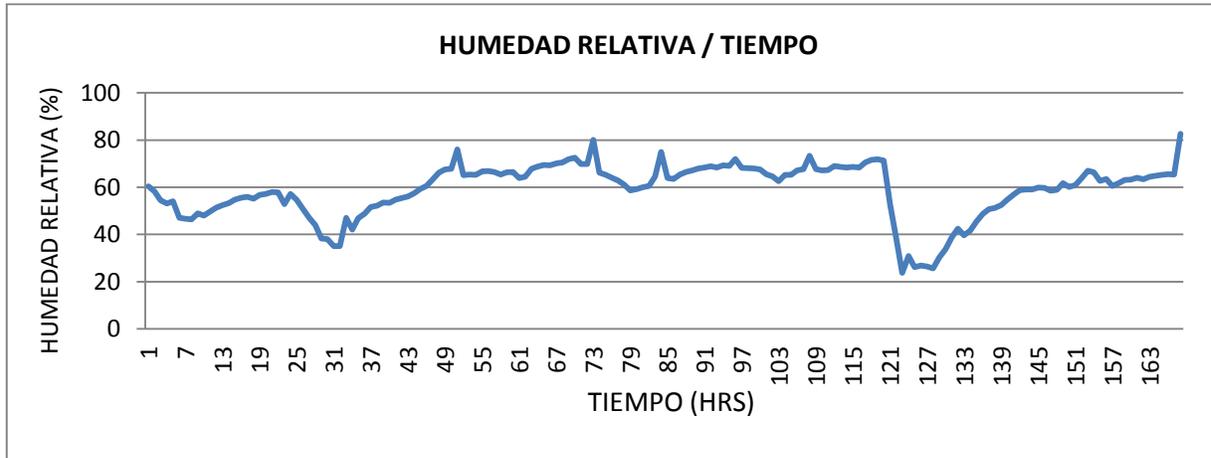


Figura 7.1.12 – Humedad Relativa Vivienda Social 3.

Resumen:

Tabla 7.1.4 – Resumen Humedad Relativa Viviendas Sociales.

VIVIENDA SOCIAL	1	2	3
MÁXIMA (%)	91,8	79,8	82,6
MÍNIMA (%)	66,3	45,5	23,7
PROMEDIO (%)	79,2	63,3	59,2

FUENTE: Elaboración Propia.

Con respecto a la humedad, el resultado de los registros es variado respecto a las distintas viviendas. La humedad relativa debe estar dentro de ciertos límites para mantener un ambiente confortable e higiénico. Este rango debe encontrarse entre 40% a 70% (INN, 1987).

Del total de registros (336), hechos cada 30 minutos por 7 días, se presentó la siguiente distribución de en número de registros y porcentaje:

Tabla 7.1.5 – Recuento y Porcentaje Rangos de Humedad Relativa para un Ambiente Confortable.

VIVIENDA SOCIAL	1		2		3	
RANGOS	N°	%	N°	%	N°	%
HUMEDAD < 40%	0	0,00	0	0,00	28	8,33
40% < HUMEDAD < 70%	31	9,17	269	80,06	283	84,23
HUMEDAD > 70%	305	90,83	67	19,94	25	7,44

FUENTE: Elaboración Propia.

La gran diferencia en las cifras radica en la ubicación de los departamentos. Las viviendas 2 y 3 están expuestas casi la totalidad del día a la luz del sol mientras que la vivienda 1 está expuesta en un menor porcentaje del tiempo. El comportamiento de la humedad en la vivienda 2 y 3 tiene una relación inversamente proporcional al comportamiento de su temperatura, por lo tanto se puede deducir que la temperatura en alguna medida regula la humedad. La vivienda 1 no cuenta con esta característica ya que se encuentra en pisos más bajos y detrás de otro edificio que cubre la radiación hacia él, así la humedad se conserva más en el transcurso del día y no es influenciada por este factor.

Independiente de esta característica las tres viviendas presentan un porcentaje de tiempo en el cual el confort dentro de la vivienda es reducido. En la vivienda uno este fenómeno es claramente permanente mientras que en las demás se puede considerar un fenómeno intermitente mas no reducido.

Una humedad relativa que sobrepase el 70% implica un riesgo de formación de condensación, es decir, puede o no generarse el fenómeno, pero lo que si ocurre es la aparición de hongos dentro de la vivienda, aspecto que atenta contra la salud de los habitantes, se habla de cifras del 60% de humedad relativa para el desarrollo de estos. Se tomará como dato límite un 65% de humedad.

Tabla 7.1.6 – Recuento y Porcentaje Rangos de Humedad Relativa para Crecimiento de Hongos.

VIVIENDA	1		2		3	
	N°	%	N°	%	N°	%
HUMEDAD < 65%	0	0,0	199	59,23	202	60,12
HUMEDAD > 65%	336	100,0	137	40,77	134	39,88

FUENTE: Elaboración Propia.

La vivienda social 1 es evidentemente más propensa al crecimiento de hongos en su interior en términos de humedad relativa expuesta en un 100% del tiempo a niveles peligrosos. Las dos viviendas restantes están expuestas en un 40,77% y 39,88% del tiempo de registros al crecimiento de hongos.

Si bien el confort térmico muestra que estas cifras en su mayoría son niveles aceptables, son estos niveles de humedad los que más presentan peligro para el crecimiento de hongos, que a su vez pueden ser potencialmente patógenos.

Es en estas condiciones donde las viviendas se vuelven peligrosas para sus huéspedes y donde estos ven perjudicada su salud. La temperatura que pueden alcanzar los muros es lo que hace que los niveles de humedad sean peligrosos. Si los muros presentaran una correcta aislación térmica los niveles de condensación y riesgos serian evidentemente más bajos.

Como principal efecto de estas condiciones de humedad y temperatura se presentaron los hongos. Las viviendas sociales en estas condiciones de humedad y condensación permanente presentan condiciones óptimas para el crecimiento de microorganismos como los hongos. Las necesidades para su proliferación son principalmente una humedad y temperatura altas, condiciones que se ha demostrado cuentan las viviendas estudiadas. El hecho de que la humedad se condense en los muros provoca que estos microorganismos puedan crecer en todo el muro o gran parte de él y no necesariamente en rincones y sitios de acumulación de agua. Esto se pudo comprobar en la visita a las viviendas.



Figura 7.1.13 – Muro Interior Esquina Vivienda Social 1.

Se puede ver que el muro presenta hongos en gran parte de su superficie y de forma relativamente uniforme. Estos muros son la esquina del edificio ubicado en la Vivienda Social 1. Si bien presenta mayor proliferación netamente en la esquina, esto es porque es un lugar que presenta mejores condiciones para los hongos en cuanto a exposición a la luz.

En el caso de la vivienda Social 2 esta condición de muro de acrecienta aún más y es más evidente el crecimiento uniforme del hongo en el muro, todo esto atribuible a la condensación que se produce en el muro y que rocía de agua toda su superficie permitiendo que los hongos puedan esparcirse con mayor facilidad y crecer en abundancia.



Figura 7.1.14 – Muro Perimetral Vivienda Social 2.



Figura 7.1.15 – Muro Perimetral y Divisorio Vivienda Social 2.

El fenómeno de condensación que se da mayormente en muros perimetrales de la vivienda. En esta imagen el muro mostrado en el lado derecho es el perimetral y el del lado izquierdo es un muro divisorio del interior de la vivienda. Esto nos demuestra son los muros perimetrales son más propensos a ser afectados por el crecimiento de hongos, ya que son los que están expuestos a las temperaturas exteriores y los que a su vez carecen de óptima aislación térmica.

La condición de los muros en el exterior está en bastante buen estado y no se ve influenciada por la humedad atribuible al ambiente. El estado de los muros exteriores se corrobora para cada imagen mostrada del interior de las viviendas y donde se comprobó también su buena condición.



Figura 7.1.16 – Muro Exterior Vivienda Social 2.



Según relato de los propios habitantes de los edificios, este fue pintado hace aproximadamente 3 años manteniendo aun un estado aceptable y visualmente libre de suciedad u otro elemento que pueda degradar su estado.

Si bien los edificios han sido sometidos a mantención en cuanto a su exterior es en el interior donde sus habitantes manifiestan se dan los problemas de humedad y deterioro, y es ahí también donde se sufren las consecuencias en cuanto a la proliferación de microorganismos dañinos que como hemos podido comprobar en estas viviendas cuentan con las condiciones óptimas de crecimiento.

Figura 7.1.17 – Muro Exterior Vivienda Social 3.

7.2 OBJETIVO ESPECIFICO 1: Identificación de Hongos Presentes en el Interior de Viviendas Sociales.

La identificación de estos hongos es el siguiente objetivo de interés, en primera instancia su identificación morfológica y luego molecular. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 7.2.1 – Identificación por Morfología.

VIVIENDA SOCIAL N°	MUESTRA N°	CÓDIGO DE LA MUESTRA	GÉNERO DE LA MUESTRA
1	1	VS 1 – M 1	CLADOSPORIUM
1	2	VS 1 – M 2	CLADOSPORIUM
1	3	VS 1 – M 3	CLADOSPORIUM
1	4	VS 1 – M 4	PHOMA
2	5	VS 2 – M 5	RHIZOPUS
2	6	VS 2 – M 6	CLADOSPORIUM
4	8	VS 4 – M 8	PHOMA
5	9	VS 5 – M 9	RHIZOPUS
6	10	VS 6 – M 10	CLADOSPORIUM
6	11	VS 6 – M 11	CLADOSPORIUM
7	12	VS 7 – M 12	PHOMA
7	13	VS 7 – M 13	CANDIDA
7	14	VS 7 – M 14	CLADOSPORIUM
7	15	VS 7 – M 15	ALTERNARIA
8	16	VS 8 – M 16	PHOMA
8	17	VS 8 – M 17	CLADOSPORIUM
8	18	VS 8 – M 18	PENICILLIUM
8	19	VS 8 – M 19	CLADOSPORIUM
9	20	VS 9 – M 20	ALTERNARIA
9	21	VS 9 – M 21	PENICILLIUM
9	22	VS 9 – M 22	CLADOSPORIUM
9	23	VS 9 – M 23	CLADOSPORIUM
9	25	VS 9 – M 25	PHOMA
9	26	VS 9 – M 26	CLADOSPORIUM
9	27	VS 9 – M 27	CLADOSPORIUM
9	28	VS 9 – M 28	PHOMA
9	29	VS 9 – M 29	CLADOSPORIUM
9	30	VS 9 – M 30	TRICHODERMA
10	31	VS 10 – M31	CLADOSPORIUM

FUENTE: Elaboración Propia.

Las muestras VS3 – M7 y VS9 – M24 fueron descartadas por contaminación en el laboratorio lo que no permitió su identificación.

Recuento:

- Cladosporium = 15
- Rhizopus = 2
- Phoma = 6
- Alternaria = 2
- Penicillium = 2
- Trichoderma = 1
- Candida = 1

Total = 29

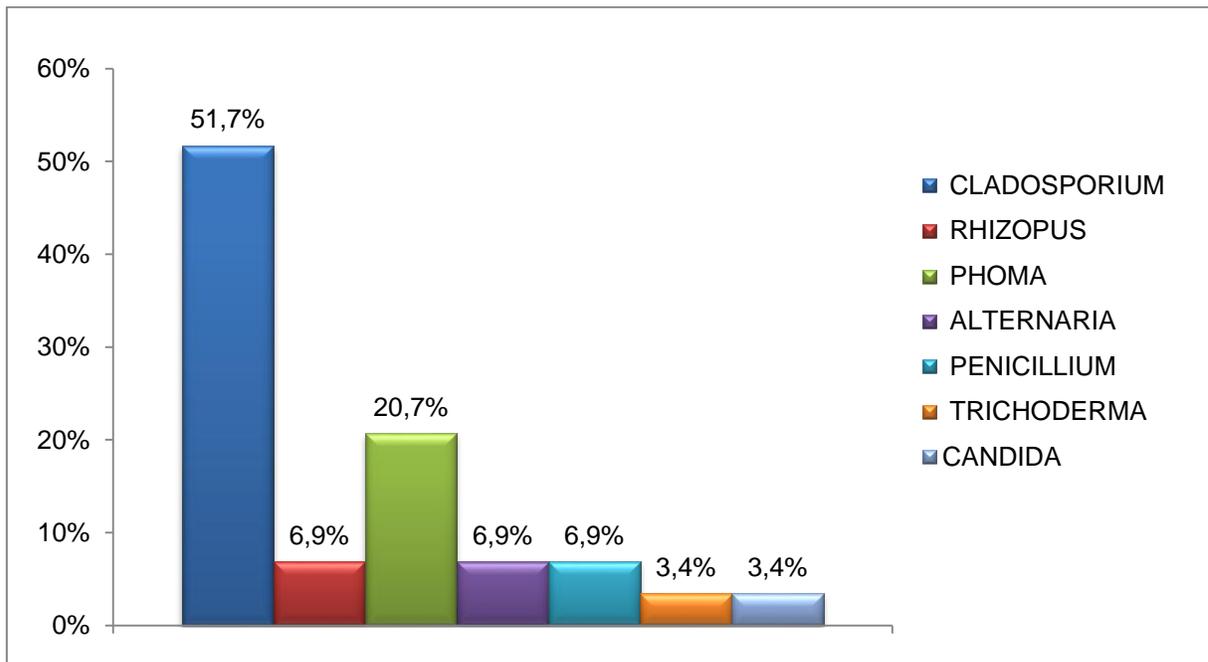
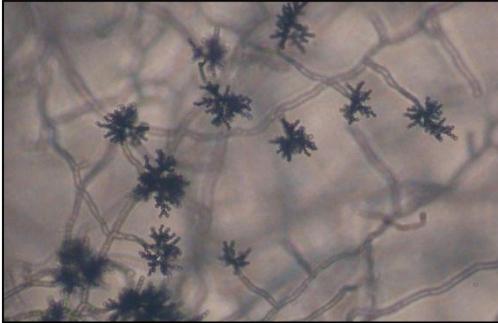


Figura 7.2.1 – Grafico Distribución Géneros de Hongos.

Descripción por Género:

A) Cladosporium



Las muchas especies de Cladosporium se encuentran comúnmente en la vida y la materia vegetal muerta. Algunas especies son patógenas en plantas, otros parasitan otros hongos. Las esporas de Cladosporium son dispersadas por el viento y que a menudo son extremadamente abundantes en el aire exterior. Las distintas especies de Cladosporium crecen en superficies en presencia de humedad.

Figura 7.2.2 – Microscopía Cladosporium.

Efectos en la Salud: Es ampliamente citado como productor de asma y esporosis (maduración y emisión de esporas), e incluso algunas de sus especies actúan como oportunistas y son capaces de intervenir en ciertos procesos micóticos pulmonares, atacar la piel, producir cromoblastomicosis (lesiones verrugosas, ulceradas o costrosas de piel y tejidos subcutáneos) y lesiones neurotrópicas (al sistema nervioso). Aunque el mayor interés por estos hongos, desde el punto de vista sanitario, viene dado por la capacidad alergógena de sus esporas, que pueden alcanzar en la atmosfera, tanto en interiores como en exteriores de edificaciones, concentraciones muy altas. Las esporas de este hongo son importantes alérgenos, y en grandes cantidades pueden afectar gravemente a asmáticos y personas con enfermedades respiratorias.

B) Rhizopus

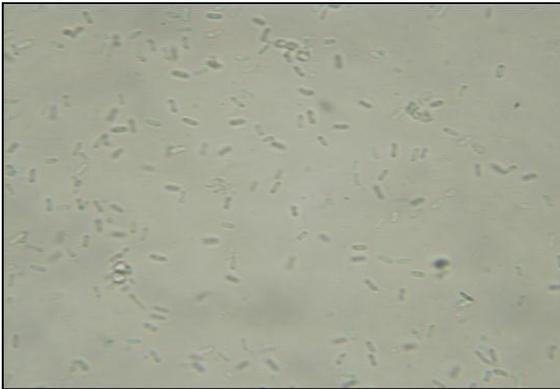


Crece muy rápidamente sobre la superficie de alimentos húmedos ricos en hidratos de carbono como el pan, frutas o las verduras. Las especies Rhizopus producen esporas que son esparcidas por el aire. Algunas especies son patógenas vegetales. Algunos son usados en fermentación para la producción de tempeh y otros de bebidas alcohólicas.

Figura 7.2.3 – Microscopía Rhizopus.

Efectos en la Salud: Algunas especies de *Rhizopus* son agentes oportunistas de infecciones humanas. Pueden causar serias infecciones en humanos y en animales debido a su rápido crecimiento a relativamente altas temperaturas.

C) Phoma



Es un género común dentro de los hongos. Contiene muchos patógenos en plantas, cerca de 140 taxones *Phoma* se han definido y reconocido y se encuentra dividido en dos grupos, un grupo es plurívoras o débilmente parasitarias y un segundo grupo es patógeno específico de las plantas cultivadas.

Hasta el momento no se conocen efectos de este género de hongos en patologías humanas.

Figura 7.2.4 – Microscopía *Phoma*.

D) *Alternaria*



Las diferentes especies de este género con uno de los mayores patógenos de plantas. Al menos el 20% de las pérdidas en la agricultura están causadas por alguna especie de *Alternaria*. Son una especie omnipresente en el ambiente y parte fundamental en la flora de hongos en cualquier sitio. Son agentes activos de la descomposición.

Sus esporas están en suspensión en el aire, sobre el suelo, sobre los objetos y en el agua, tanto fuera

Figura 7.2.5 – Microscopía *Alternaria*.

Efectos en la Salud: El género se encuentra entre los saprofitos más extendidos y su presencia sobre la piel no es rara. Se ha comprobado la existencia de lesiones cutáneas, frecuentemente ulceradas y algunas hemorrágicas.

Este género también es conocido comúnmente como alérgeno y productor de asma, debido a su presencia casi constante en el aire tanto en los interiores de edificios como en los exteriores. Dentro de casa pueden causar rinitis alérgica reacciones de hipersensibilidad, que en ocasiones, pueden causar ataques de asma. Existen esporas de *alternaria* todo el año y por lo tanto puede causar patología alérgica perenne, aunque varía de intensidad según las estaciones.

E) Penicillium



Figura 7.2.6 – Microscopía Penicillium.

Es un género del reino fungi que incluye más de 300 especies. Puede encontrarse por casi todas partes, siendo el género de hongos más abundantes en suelos. La fácil proliferación de los Penicillium en los alimentos es un problema. Algunas especies producen toxinas, y pueden hacer el alimento no comestible o aun peligroso.

Efectos en la Salud: Penicillium ha sido aislado de pacientes con queratitis (inflamación en la córnea), endoftalmitis (infección al globo ocular), otomicosis (infecciones de la piel del conducto auditivo), neumonía, peritonitis e infecciones urinarias.

F) Trichoderma

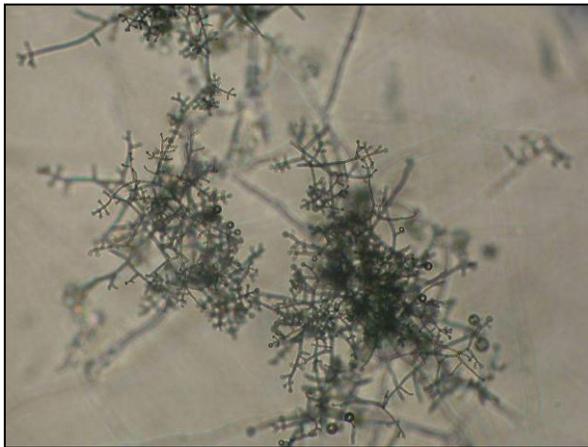


Figura 7.2.7 – Microscopía Trichoderma.

Es un hongo muy común en el suelo, también se encuentra en troncos caídos y estiércol. Es utilizado en la agricultura como agente de control biológico debido a sus propiedades como biopesticida, biofertilizante y bioestimulante. Poseen facilidad de colonizar las raíces de plantas. Han desarrollado mecanismos para atacar y parasitar a otros hongos y así aprovechas una fuente nutricional adicional.

Hasta el momento no se conocen efectos de este género de hongos en patologías humanas.

G) Candida



La Candida es un hongo que habita en la flora común de boca, intestino y vagina, pero puede infectar piel y mucosas. Una higiene adecuada y un buen estado de salud evitan su proliferación y la aparición de candidiasis. Es un hongo infeccioso y dentro de las micosis producidas por levaduras del género Candida son las de más frecuente presentación contando con un gran número de formas clínicas.

Efectos en la Salud: Las candidiasis son infecciones agudas o crónicas de la piel y mucosas causadas por un tipo de hongo llamado Candida. La Candidiasis puede afectar diversas áreas, desde zonas de la piel y sus pliegues, las uñas, la boca, diversas partes del aparato digestivo, la vejiga o los genitales, incluso las válvulas cardíacas.

Tabla 7.2.2 – Identificación Molecular.

VIVIENDA SOCIAL N°	MUESTRA N°	CÓDIGO DE LA MUESTRA	GÉNERO DE LA MUESTRA	ESPECIE
1	3	VS 1 - M 3	PENICILLIUM	CHRYSOGENUM
7	13	VS 7 - M 13	CANDIDA	DUBLINIENSIS
7	14	VS 7 - M 14	CLADOSPORIUM	CLADOSPOROIDES
9	21	VS 9 - M 21	PENICILLIUM	CHRYSOGENUM
9	22	VS 9 - M 22	CLADOSPORIUM	CUCUMERINUM
10	31	VS 10 - M 31	CLADOSPORIUM	CLADOSPOROIDES

FUENTE: Elaboración Propia.

Descripción por Género:

A) Penicillium Chrysogenum

Es el hongo productor de penicilina más conocido. Está ampliamente distribuido en la naturaleza, suele formar colonias verdeazuladas sobre el pan duro y los cítricos, y sus esporas se encuentran frecuentemente en el polvo doméstico. Se encuentra con frecuencia en los edificios húmedos y mohosos.

Puede encontrarse colonizando las vías respiratorias de pacientes con alergias respiratorias y producir reactividad cutánea. Se han descrito casos de otomicosis, endoftalmitis, queratitis, infecciones cutáneas, esofagitis, neumonías necrotizantes o infecciones diseminadas en pacientes con neoplasias o inmunodepresión.

B) Candida Dubliniensis

Este hongo patógeno oportunista. Debe ser considerado como un patógeno emergente asociado a infección oral en los pacientes inmunodeprimidos. Causa infecciones agudas o crónicas de la piel y mucosas.

C) Cladosporium Cladosporioides

Es uno de los hongos ambientales más comunes tanto en ambientes interiores como en exteriores. También es una especie reportada como contaminante interior vinculado a problemas respiratorios de salud.

D) Cladosporium Cucumerinum

Es patógeno en plantas frutas y verduras. Si bien el género cladosporium es citado como uno de los principales alérgenos y causantes de enfermedades respiratorias, esta especie en particular no presenta daños directos en personas.

De estos 7 géneros 5 presentan características patógenas, o sea, que pueden causar en los huéspedes de la vivienda algún tipo de malestar o reacción adversa. En términos de cantidad de muestra, 22 de las 29 muestras de hongos son potencialmente patógenas para los huéspedes de las viviendas estudiadas, mientras que las 7 restantes pertenecen a los dos géneros no patógenos. Esto es que hasta ahora el 76% de los hongos en estudio presentarían la característica de patógenos.

Con la identificación morfológica de géneros podemos hablar de una tendencia clara de los hongos ser patógenos para los huéspedes de las viviendas, mientras que con la molecular se ven en concreto los efectos de estos hongos. 5 de los 6 hongos presentan características que podrían llegar a perjudicar a los habitantes que estén expuestos a ellos.

De las 10 viviendas desde donde se extrajeron hongos 9 mostraron al menos un género patógeno. Además estos fueron tomados desde sectores al azar dentro de la vivienda lo que nos habla que crecen independiente del sector, solo necesitan las condiciones óptimas en el ambiente para su crecimiento.

No es posible determinar un sector de tendencia al crecimiento de microorganismos ya que la toma de muestras por vivienda fue variada tanto en cantidad como en localización del hongo encontrado.

Los hongos se encuentran en todas partes, es sabido que las esporas que estos emiten se encuentran suspendidas en el aire tanto interior como exterior. Es cuando estas esporas se encuentran en ambientes propicios para su proliferación cuando el problema se torna peligroso ya que en grandes concentraciones es cuando pueden afectar a las personas, e independiente que el huésped se encuentre inmunodeprimido, se demuestra que en estos ambientes la exposición es permanente lo que puede ser considerado también un factor importante que puede llegar a potenciar el daño a personas sin ningún tipo de predisposición a enfermedades de interés para los microorganismos.

8. Conclusiones

Con el primer objetivo específico de esta investigación se pudo demostrar y registrar los altos niveles de humedad relativa interior dentro de las viviendas llegando a niveles peligrosos y calificados en condición de bajos niveles de bienestar y confort dentro de estas. Además en términos de temperatura interior de la vivienda, esta se ve fuertemente influenciada por las condiciones externas del sector evidenciando la baja aislación térmica de los muros perimetrales del edificio.

Como consecuencia final se pudo comprobar teóricamente el riesgo de condensación que en una de las viviendas estudiadas era permanente en la totalidad del tiempo de estudio, mientras que las dos restantes presentaban este riesgo en menor porcentaje pero sin dejar de ser significativos. Si bien este riesgo es teórico ya es sabido por otras investigaciones que el fenómeno de humedad por condensación es recurrente en el interior de viviendas sociales. Las causas de aparición del fenómeno de condensación se refieren a dos factores primordiales, bajas temperaturas de las superficies con respecto a la temperatura de aire interior, que depende del aislamiento térmico de la envolvente, y la alta humedad relativa del aire ambiente interior (Urquieta, 2004).

La consecuencia de la existencia de estos microorganismos es variada, además de un daño a la materialidad de la superficie de la pared producen efectos en la salud de las personas. Los hongos pueden o no ser patógenos y pueden o no causar efectos ya que son agentes en general oportunistas, pero si son un riesgo latente. Los efectos en algunos casos pueden ser graves y causar serias enfermedades en pacientes inmunodeprimidos o con enfermedades crónicas.

Las viviendas y especialmente las viviendas sociales son dadas a familias vulnerables y que no cuentan con los recursos necesarios como para optar a una vivienda específica por opción propia sino que lo hacen por necesidad y muchas veces luego de largas esperas. Es solo hace algunos años después de muchos sin normativas que se comenzó a normalizar los requisitos de calidad de la vivienda. Hoy esta problemática en teoría se encuentra regularizada, para las viviendas construidas luego de estas modificaciones, ya que existen requisitos de aislación térmica en la envolvente de la vivienda según las necesidades de la zona en que se ubican, así además de dar mayor confort térmico dentro de la vivienda se previene la condensación en los muros, pero se demuestra que las consecuencias y falencias quedaron plasmadas en años de construcciones sin mayores parámetros de calidad y habitabilidad.

Se hace un llamado a la conciencia en la construcción, no es necesario esperar efectos como el deterioro de la salud en los huéspedes de las viviendas para normalizar condiciones que debiesen ser inherentes a la construcción de calidad. Los ingenieros constructores cuentan con los conocimientos para poder discernir si lo que se hace y construye está de acuerdo a una vivienda que acogerá personas con necesidades de cobijarse bajo el techo de una vivienda digna y de calidad.

Estructuralmente las viviendas sociales han demostrado cumplir con los requerimientos para su habitabilidad. El problema se presenta en sus dimensiones, ventilación y aislación térmica de los muros lo que gatilla para este caso la concentración permanente de humedad relativa en el interior, temperaturas interiores altas en combinación con bajas temperaturas exteriores lo que conlleva a la condensación de humedad en las paredes y, como consecuencia proliferación de hongos en muros perimetrales donde se produce esta condensación.

9. Bibliografía

- Arellano, J. (1988). *Políticas Sociales y Desarrollo. Chile 1924-1984*. Cieplan, Santiago, Chile.
- Bayón, R. (1982). *Los Tabiques en el Edificio*. Editores Técnicos Asociados SA, Barcelona, España.
- Bornehag C., Blomquist G., Gyntelberg F., Järholm B., Malmberg P., Nordvall L. (2001). *La Humedad en los Edificios y la Salud*. Examen interdisciplinario Nórdico de la Evidencia Científica sobre la relación entre la exposición a humedad en los edificios y efectos sobre la salud. Aire Interior.
- Borthagaray, J., Igarzábal de Nistal, M., Wainstein-Krasuk, O. (2006). *Hacia la Gestión de un Hábitat Sostenible*. Buenos Aires, Nobuko, Argentina.
- Bravo L. (1987). *La Humedad*. Universidad de Valparaíso, Facultad de Arquitectura, Valparaíso, Chile.
- Caquimbo, S., Martínez, L. (2004). *Sistematización y Análisis de la Normativa Habitacional Chilena Según el Concepto de Bienestar Habitacional*. Andros Limitada, Santiago.
- Chamorro C., Correa V., Idrovo B., Lennon J., Lozano F., Robles O. (2013). *Informe MACH, Macroeconomía y Construcción*. Cámara Chilena de la Construcción, Chile.
- Clemente M. (2008). *Manual de Psicología Jurídica Laboral*. Delta, Publicaciones Universitarias. Madrid, España
- Dowling, J. (2006). *La nueva Política de Viviendas Sociales Chilena*. Revista Business, Chile.
- D'Alencon R., Justiniano C., Márquez F., Valderrama C. (2008). *Parámetros y Estándares de Habitabilidad: Calidad en la Vivienda, el Entorno Inmediato y el Conjunto Habitacional*. Propuestas para Chile, Concurso de Políticas Públicas, Santiago, Chile.
- Fadda, G., Ducci, M. (1993). *Políticas de Desarrollo Urbano y Vivienda en Chile: Interrelaciones y Efectos: 50 Años de Vivienda Social, 1943-1993*. Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.
- Haramoto, E. (1994). *Vivienda Social: Un Desafío para la Sustentabilidad del Desarrollo*. Presentación Cámara Chilena de la Construcción, Valparaíso, Chile.
- Haramoto, E. (1995). *Estándares y Otros Términos Relacionados*. Apuntes de trabajo, INVI, Santiago, Chile.

- Haramoto, E., Jirón, P., Toro, A., Moreno, E., Goldsack, L., Colonelli, P., Hormazábal, N., Sarmiento, P., Sepúlveda, O. (2004). *Determinación de los Estándares de Bienestar Habitacional, para mejorar la Calidad de la Construcción en Viviendas en Chile*. Revista INVI, Santiago, Chile.
- Herrera, J. (2003). *Vivienda Social Progresiva de Crecimiento Interior*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Hidalgo, R. (1997). *La Vivienda Social en la Ciudad de Santiago: Análisis de sus Alcances Territoriales en la Perspectiva del Desarrollo Urbano, 1978-1995*. Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Liponis M. (2008). *Ultra-Longevidad, Un Programa de Siete Pasos para Mantenerse Más Joven y Saludable*. Bogotá, Colombia.
- Llanea F. (2009). *Ergonomía y Psicología Aplicada: Manual para la Formación del Especialista*. España.
- Lotersztain I. (1970). *Condensación de Humedad en Viviendas*. Instituto de Tecnología Industrial, Buenos Aires, Argentina.
- Martínez, P., Sarmiento, P., Urquieta, W. (2005). *Evaluación de la Humedad por Condensación dentro de Viviendas Sociales*. Boletín INVI, Santiago, Chile.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (1992). *Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones*. D. S. N° 47 1992, MINVU, Santiago, Chile.
- Organización Mundial de la Salud (2000). *Informe Sobre la Salud en el Mundo*. OMS.
- Pelegrín, R. (1993). *El confort ambiental en la vivienda social en Chile: 50 Años de Vivienda Social, 1943-1993*. Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.
- Quadri N. (2001). Síndrome del Edificio Enfermo.
- RAE (1992). *Diccionario de la Lengua Española*. Real Academia Española, Madrid, España.
- Rey M., Velasco E. (2007). *Calidad de Ambientes Interiores*. Madrid, España.
- Rodríguez A., Sugranyes A. (2002). *Nada es Perfecto: Los Problemas de los "Con Techo"*. Sur Corporación de Estudios Sociales y Educación, Santiago, Chile.
- Sabatini, F., Wormald, G., Sierralta, C., Peters, P. (2010). *Segregación residencial en Santiago: Tendencias 1992-2002 y Efectos Vinculados a su Escala Geográfica*. Tendencias de la Segregación en las Principales Ciudades Chilenas, Análisis Censal 1982-2002.
- San Martín, E. (1992). *La Arquitectura de la Periferia de Santiago. Experiencia y Propuestas*. Ed. Andrés Bello, Santiago, Chile.

- Sánchez A., Aparicio V., Germán C., Masarrasa L., Merelles A. (2000). *Enfermería Comunitaria*. McGraw-Hill/Interamericana.
- Sarmiento, P., Hormazábal, N. (2003). *Habitabilidad Térmica en las Viviendas Básicas de la Zona Central de Chile, a la Luz de los Resultados Preliminares del Proyecto FONDEF D0011039*. Boletín Revista INVI, Santiago, Chile.
- Toro, A., Jirón, P., Goldsack, L. (2003). *Análisis e incorporación de factores de calidad habitacional en el diseño de las viviendas sociales en Chile. Propuesta metodológica para un enfoque integral de la calidad residencial*. Boletín del Instituto de la Vivienda, Santiago, Chile.
- Ulsamer, F. (2001). *Las Humedades en la Construcción*. Grupo Editorial CEAC. Santiago, Chile.
- Valtueña J. (2002). *Enciclopedia de la Ecología y la Salud*. Zaragoza, España.

10. Propuestas de Investigación

- Propuesta de solución a la hermeticidad de viviendas sociales para mejorar la renovación de aire.
- Aislación térmica para muros de viviendas sociales construidas antes de normativa térmica.
- Método de mitigación de hongos en muros interiores de viviendas sociales.