



Facultad de Ingeniería

Escuela de Construcción Civil

**Diagnóstico del Estado de Conservación y Determinación
de la Clase Estructural de la Madera de la Torre del Reloj de
Iquique Mediante Técnicas No Destructivas y Pseudo No
Destructivas**

Por

Nicol Fuentes Sazo

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

Prof. Guía: Andrés Jamet Aguilar

Agosto, 2017

Dedicatoria

A mis padres por el apoyo incondicional, comprensión, confianza y amor, A mis hermanas Lorena y Paulina por estar siempre presentes, por aconsejarme y quererme.

Agradecimientos

Primero que todo, agradecer a mi familia, especialmente a mis padres Alberto y Lorena, por confiar y creer en mí desde el primer momento; gracias Lory por acompañarme en todos estos años, por ayudarme a estudiar y estar siempre pendiente de mí; muchas gracias feita por darme lo que no podían los papas.

Quiero agradecer a mis abuelos que siempre estaban pendientes de que no nos faltara comida en el departamento ajajajaja. A mi tata Pipe que desde el cielo siempre me apoyo.

Agradecer a Dios porque cuando mi familia no podía estar presente, siempre puso a alguien que me ayudara, me aconsejara y me cuidara.

Gracias Jorge por el apoyo y la paciencia, por estar siempre a mi lado y quererme como soy.

A Pedro por regalarme esta gran amistad que logramos construir en todos estos años de universidad.

Agradecer también al profesor Andrés Jamet por aceptarme como alumna tesista. Gracias por su compromiso, apoyo, ayuda, conocimiento, dedicación e interés.

Me gustaría dar las gracias a los profesores Alberto Moya, Andrés Jamet, Mauricio Gonzales, Patricia Martínez y Rodrigo Ortiz por la buena onda durante los viajes que realice con ustedes a Iquique y por darse el tiempo de explicarme y aclarar cualquier tipo de dudas.

A los laboratoristas Aldo y Víctor por ayudarme en todo lo que les pedía. También a la Empe y a la Fabi que desde que llegue a la universidad siempre que necesitaba algo ellas estaban ahí con la mejor disposición.

Índice General

Agradecimientos	iii
Índice General	iv
Lista de Figuras	vi
Lista de Tablas	viii
Resumen	x
Abstract	xi
Capítulo 1: Antecedentes Generales	12
1.1 Planteamiento del problema	13
1.2 Objetivos de la investigación	17
1.3 Alcances.....	17
1.4 Metodología de la investigación.....	18
Capítulo 2: Historia del Reloj.....	19
Capítulo 3: La Madera y Sus Patologías	25
3.1 Antecedentes generales de la madera	26
3.2 Especies madereras	27
3.3 Estructura macroscópica de la madera.....	27
3.4 Composición química de la madera.....	29
3.5 Propiedades de la madera.....	29
3.5.1 Propiedades físicas de la madera	30
3.5.2 Propiedades mecánicas	34
3.6 Agentes bióticos que atacan la madera	37
3.6.1 Hongos xilófagos	37
3.6.2 Insectos xilófagos	40
3.7 Agentes abióticos que atacan la madera	44
3.7.1 Humedad atmosférica.....	45
3.7.2 Radiación solar	45
3.7.3 Efecto hielo-deshielo.....	46
3.7.4 Fuego	46
Capítulo 4: Técnicas no destructivas para inspección de madera	47
4.1 Técnicas no destructivas y pseudo no destructivas	48
4.1.1 Xilohigrómetro.....	48

4.1.2 Ultrasonido.....	50
4.1.3 Extractor de tornillos	53
4.1.4 Resistografo.....	55
4.1.5 Datalogger	59
Capítulo 5: Materiales y métodos.....	61
5.1 Información previa.....	62
5.2 Metodología	62
5.2.1 Inspección básica	63
5.2.2 Inspección instrumental	65
5.2.3 Elementos a evaluar	69
Capítulo 6: Presentación y Análisis de Resultados	76
6.1 Presentación de resultados	77
6.1.1 Identificación de elementos inspeccionados	77
6.1.2 Presentación de resultados de inspección básica	79
6.1.3 Presentación de resultados de inspección instrumental.....	80
6.2 Análisis de resultados.....	83
6.2.1 Análisis de resultados inspección básica	83
6.2.2 Análisis de resultados inspección instrumental	84
Capítulo 7: Conclusiones y propuesta de futuras investigaciones	90
7.1 Conclusiones.....	91
7.2 Propuesta futuras investigaciones	92
Bibliografía.....	93
Anexo 1: Fichas de inspección	98
Anexos 2: Especificaciones particulares para grado estructural (NCh 1970/2).....	110
Anexos 3: Resultados Inspección Instrumental.....	113
Anexos 4: Módulos de Elasticidad y Rotura	119
Anexos 5: Perfiles Resistográficos.....	125
Anexos 6: Temperatura y humedad	135
Anexo 7: vistas de la torre.....	157

Lista de Figuras

Figura 1. 1 Torre del reloj de Iquique	15
Figura 2. 1 Incendio Iquique.....	20
Figura 2. 2 Torre del Reloj de Iquique	21
Figura 2. 3 Traslado Torre	22
Figura 2. 4 Plaza Prat	23
Figura 2. 5 Plano Remodelación Plaza	24
Figura 3. 1 Sección de un árbol: Copa, tronco, raíces.....	26
Figura 3. 2 Corte transversal de un árbol y su macro estructura.	27
Figura 3. 3 Sección radial, longitudinal y tangencial de la madera	29
Figura 3. 4 Madera atacada por hongos de pudrición blanca	39
Figura 3. 5 Madera atacada por hongos de pudrición parda	39
Figura 3. 6 Madera atacada por hongos de pudrición blanda.....	40
Figura 4. 1 Xilohigrómetro resistivo.....	49
Figura 4. 2 Xilohigrómetro capacitivo	49
Figura 4. 3 Ultrasonido método indirecto.....	51
Figura 4. 4 Extractor de tornillos	54
Figura 4. 5 Aguja resistografo	55
Figura 4. 6 Perfil resistográfico.....	56
Figura 4. 7 Media total	57
Figura 4. 8 a) Media de máximos y mínimos.....	58
Figura 4. 8 b) máximos y mínimos absolutos	58
Figura 4. 9 Data Loggers ESCRORT RH iLog	59
Figura 4. 10 Abaco de Kollman	60
Figura 5. 1 Niveles de inspección	62
Figura 5. 2 Cámara fotográfica.....	63
Figura 5. 3 Pesaje y medición de contenido de humedad con xilohigrómetro	66
Figura 5. 4 Secado en estufa, desecador y balanza.....	66

Figura 5. 5 Extractor de tornillos y probetas	67
Figura 5. 6 Equipo resistográfico.....	67
Figura 5. 7 Ultrasonido.....	68
Figura 5. 8 Niveles Torre del Reloj de Iquique	69
Figura 5. 9 Planta estructura primer nivel Torre del Reloj de Iquique	70
Figura 5. 10 Planta estructura bajo primer nivel	71
Figura 5. 11 Planta estructura nivel entrepiso Torre del Reloj de Iquique.....	72
Figura 5. 12 Planta estructura segundo nivel Torre del Reloj de Iquique.....	73
Figura 5. 13 Planta estructura tercer nivel Torre del Reloj de Iquique	74
Figura 5. 14 Planta estructura cuarto nivel Torre del Reloj de Iquique	75
Figura 5. 15 Planta estructura quinto nivel Torre del Reloj de Iquique	75
Figura 6. 1 Grieta Pilar de la Torre.....	84
Figura 6. 2 Unión pilar P11 con fundación de la Torre	88

Lista de Tablas

Tabla 3. 1 Densidad según contenido de humedad	32
Tabla 3. 2 Tensiones admisibles y módulo de elasticidad en flexión	35
Tabla 3. 3 Relación entre el agrupamiento de especies, el grado estructural	37
Tabla 3. 4 Características de los ataques de insectos de ciclo larvario	41
Tabla 3. 5 Descripción general de las termitas presentes en Chile	44
Tabla 5.1 Grado de intensidad del ataque por Mohos.....	63
Tabla 5.2 Grado de intensidad de ataque por hongos de pudrición	64
Tabla 5.3 Grado de intensidad de ataque por insectos de ciclo larvario.....	64
Tabla 5.4Grado de intensidad de ataques por insectos de ciclo social.....	64
Tabla 5.5 Grado de intensidad de ataque por hongos cromógenos	65
Tabla 6. 1 Numero de mediciones por nivel	77
Tabla 6. 2 Resultados inspección básica	79
Tabla 6. 3 Resultados mediante inspección instrumental.....	80
Tabla 6. 4 Temperatura y humedad relativa.....	83
Tabla 6. 5 Velocidades de propagación de ondas.....	87
Tabla 6. 6 Valores de densidad representativa por nivel	87
Tabla 6. 7 Modulo de elasticidad y de rotura.....	89

Lista de Gráficos

Grafico 6. 1 Porcentaje contenidos de humedad.....	85
Grafico 6. 2 Temperatura ambiente	85
Grafico 6. 3 Humedad relativa	86

Resumen

La torre del Reloj es el fiel reflejo del intercambio cultural que trajo la industrialización minera a Iquique durante la época del salitre.

Su construcción fue llevada a cabo bajo el gobierno del Perú, luego de que el 9 de junio de 1873 producto de un incendio se destruyera la Iglesia Mayor Matriz y el reloj que se encontraba en su torre principal. El diseño del edificio lo realizó el ingeniero francés Eduardo de Lapeyrouse y su inauguración fue realizada en 1879.

El edificio construido plenamente en madera de Pino Oregón (*Pseudotsuga menziesii*), ha sobrellevado el paso del tiempo y las diversas modificación que se han realizado, sin que se haya verificado a través de algún tipo de evaluación su estado actual. Es por este motivo que se determinado realizar un diagnóstico de la estructura utilizando diversas técnicas no destructivas (TND) y pseudo no destructivas (PND) como la xilohigrometría, medición de la velocidad de ultrasonidos, arranque de tornillos, resistografía y mediciones con dataloggers para obtener temperatura y humedad relativa; además de una inspección básica del edificio, en la que se realizó una inspección visual, documentación fotográfica y exámenes superficiales.

Mediante la utilización del ultrasonido se pudo determinar la velocidad de propagación de la onda longitudinal, mientras que con el arranque de tornillos y la resistografía se pudo establecer la densidad de la madera. Realizando una corrección del contenido de humedad obtenido por el xilohigrómetro se pudieron comparar los datos obtenidos con reseñas de velocidades y densidades establecidas.

A través de los resultados obtenidos se pudo determinar que los diferentes elementos que conforman la estructura se encuentran en mayor o menor medida afectados por agentes bióticos y abióticos, siendo la fundación de la torre la que presenta los niveles más inquietantes. Esto se pudo corroborar con los datos derivados de las TND.

Por lo mencionado anteriormente se deja de manifiesto la necesidad de realizar acciones correctivas en la base de la torre que permitan la preservación de este monumento nacional.

Abstract

The clock Tower is the faithful reflection of the cultural exchange that brought the mining industrialization to Iquique during the nitrate period.

Its construction was carried out under the government of Peru, on 9th of June 1873, after a fire destroyed the Greater Matrix Church and the clock that was in its main tower. The building was designed by the French engineer Eduardo de Lapeyrouse and its inauguration was in 1879.

The building, built entirely of Oregon pine (*Pseudotsuga menziesii*), survived the passage of time and various modifications have been made, without having verified by some type of evaluation its current state. It is for this reason that the diagnosis of the structure was determined using non-destructive (NDT) and pseudo-non-destructive techniques (PND) such as xylohygrometry, ultrasonic velocity measurements, screw extraction, resistography and measurements with dataloggers to obtain Temperature and RH. Apart from that, a basic inspection of the building in which a visual inspection, photographic documentation and superficial examinations were carried out.

Using the ultrasound, the velocity of propagation of the longitudinal wave could be determined, while the density of the wood was established with the screw extraction and resistography. By performing a correction of the moisture content obtained with the xylohygrometer, the obtained data could be compared with reviews of speeds and established densities.

Through the obtained results it was possible to determine that the different elements that make up the structure are to a greater or lesser extent affected by biotic and abiotic agents, being the foundation of the tower that presents the most disturbing levels. This could be corroborated with data derived from NDTs.

For the aforementioned, it is evident that there is a need to take corrective actions at the base of the tower that will allow the preservation of this national monument.

Capítulo 1: Antecedentes Generales

1.1 Planteamiento del problema

La madera ha sido uno de los materiales más utilizados en la industria de la construcción durante décadas (Yang, 2005), se caracteriza por ser un material biodegradable y renovable, el que se encuentra en abundancia de manera natural (Jasalavich *et al.* 2000).

El hombre ha aprovechado sus cualidades de resistencia, comportamiento, durabilidad y por supuesto su magnífica trabajabilidad con herramientas sencillas, para diversos tipos de construcciones (Acuña, 2007).

Sin embargo con la aparición del acero y el hormigón armado, la utilización de la madera estructural sufre un retroceso, que no se recupera plenamente hasta la aplicación de las resinas sintéticas a las estructuras de madera (Rodríguez, 2009). Ello podría explicar, si no justificar, la carencia de estudios e investigaciones sobre el tema (Basterra *et al.*, 2006).

Exento a lo mencionado anteriormente los antiguos sistemas constructivos con madera han ido evolucionando a lo largo de los siglos de distintas formas, en función de las condiciones climáticas y sociales de cada zona. Por dicho motivo pueden apreciarse desde sistemas con madera muy simples a sistemas altamente sofisticados y exigentes. No obstante, en muchos lugares la madera sigue jugando un papel importante en el proceso edificatorio (Queipo De LLano *et al.*, 2010).

Debido a la propiedad biodegradable de la madera, ésta se ve expuesta a constantes deterioros, ya sea por diversos agentes, tanto bióticos como abióticos (Casado *et al.*, 2005).

Entre los agentes bióticos que atacan a la madera podemos encontrar: los xilófagos marinos, insectos xilófagos, hongos xilófagos y las bacterias (Conde *et al.*, 2004). Por otro lado, algunos de los agentes abióticos que atacan la madera son: la humedad, radiación solar, los cambios de temperatura y fuego (Rodríguez C, Rubio P, 1995).

La pudrición de la madera es una de las causas de deterioro microbiológico más común, este deterioro ocasiona fallas estructurales de manera rápida sobre elementos de madera en servicio (Mora y Encinas, 2001).

Blanchette (2003) indica que la madera expuesta al medio ambiente es degradada rápidamente por microorganismos. Sin embargo, la madera que sobrevive por largos periodos de tiempo se debe a que se encuentra en ambientes que la protegen de la descomposición.

El problema de la determinación de la fiabilidad estructural de construcciones en madera existentes han sido afrontados a lo largo de la historia basándose fundamentalmente en la realización de inspecciones visuales y rudimentarios ensayos, cuyo resultado se evaluaba sobre la base de un expertizaje de carácter empírico (Ramón et al, 2005).

Actualmente se dispone de distintos sistemas de diagnóstico, destructivos y no destructivos, más acordes con el método científico (Basterra et al, 2005).

Por lo mencionado previamente, es de vital importancia el desarrollo que se ha generado en los últimos años en diversas técnicas no destructivas, portátiles y de fácil implantación las cuales favorecen y respetan la integridad física de la madera (Basterra et al. 2007).

La evaluación a través de técnicas no destructivas proporciona la información actualizada de la situación en que se encuentra un componente en un determinado momento, de manera de identificar el estado general de un elemento, permitiendo tomar decisiones sobre su seguridad sin afectar el estado de servicio en el que se encuentra (López et al, 2007).

Acuña (2007), señala que la evaluación mediante técnicas no destructivas se puede definir como el proceso de inspección y análisis de un componente o elemento estructural para determinar su integridad.

Es por eso que el análisis preventivo de las estructuras en madera de gran antigüedad es fundamental para lograr su conservación y/o restauración, ya que en la mayoría de los casos un análisis visual no logra ser totalmente certero.

En esta línea destaca la aplicación de técnicas basadas en medir el contenido de humedad de la madera, la velocidad de propagación de ultrasonido, la resistencia a la extracción de un tornillo, el porcentaje de energía consumida. La mayor parte de estas y otras técnicas no destructivas basadas en diferentes fundamentos, tratan de establecer relaciones que permitan mejorar la capacidad de predicción de las propiedades físicas y mecánicas de la madera (Rodríguez, 2009). Esta predicción resulta especialmente necesaria para aumentar la fiabilidad del cálculo estructural en los trabajos de intervención en edificios con estructura de madera.

Otras técnicas y algunas de las anteriores también pueden ser utilizadas para localizar discontinuidades ocultas en la madera o algunas singularidades (nudos), daños biológicos como pudriciones o ataques de insectos, cambios de humedad (Ramón et al 2005).

La madera es un material abundante en el patrimonio monumental de Chile. Sin embargo, hasta la fecha muchas de estas edificaciones no cuentan con antecedentes técnicos, bibliográficos o algún tipo de informe que determine el estado actual del edificio.

Un ejemplo claro que hace referencia a lo anteriormente mencionado es La Torre del Reloj de Iquique (Figura 1.1), estructura construida en el año 1878 bajo el gobierno de Perú, la cual está construida en madera de Pino Oregón (*Pseudotsuga menziesii*) en base a tres cuerpos escalonados de sección cuadrada, con una altura de 24,58 metros.



Figura 1. 1 Torre del reloj de Iquique
Fuente: Estrella de Iquique

La Torre del Reloj junto a los edificios que rodean la plaza Prat constituye una de las expresiones urbanas más representativas del periodo salitrero, siendo ésta declarada Monumento Histórico Nacional en el año 1987.

Tras diversas modificaciones a la estructura original de la torre y sus alrededores, hoy en día no es posible precisar el estado actual de conservación del bien debido a una serie de dudas respecto a la condición en que se encuentran sus materiales y por consiguiente, la integridad y estabilidad total del edificio. Debido a esto surge la necesidad de realizar una inspección y diagnóstico del estado actual en que se encuentra la edificación, a través de diversas TND, para poder entregar una respuesta objetiva y clara de los numerosos elementos que componen esta torre.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

- ❖ Diagnosticar el estado de conservación y determinar la clase estructural de la madera de la Torre del reloj de Iquique mediante técnicas no destructivas y pseudo no destructivas

1.2.2 Objetivos específicos

- ❖ Realizar una inspección básica del edificio de la torre del reloj para identificar el estado de conservación de los elementos de madera.
- ❖ Desarrollar una inspección instrumental de los elementos de madera para determinar propiedades físicas y mecánicas.
- ❖ Integrar la información obtenida de la evaluación instrumental para determinar la clase estructural de los elementos de madera de la torre del reloj.

1.3 Alcances

- ❖ Este trabajo se enmarca en el proyecto FONDART N° 81351 denominado “EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA TORRE DEL RELOJ DE IQUIQUE”
- ❖ Los levantamientos de datos se llevaron a cabo con implementos de los laboratorios docentes de la Escuela de Construcción Civil de la Universidad de Valparaíso.
- ❖ Las inspecciones que se realizaron fueron básicas e instrumentales.
- ❖ Se evaluaron únicamente elementos de madera a los cuales se tenía acceso.
- ❖ Las visitas a la torre se desarrollaron en mayo y junio del 2016.
- ❖ La evaluación instrumental se desarrolló con los siguientes equipos:
 - Ultrasónico V- Meter Mark III
 - Extractor de tornillos Fakopp Enterprise
 - Resistografo 3450-S
 - Xilohigrómetro Wood Moisture Meter Mwd-14
 - Dataloggers ESCORT RH iLog

1.4 Metodología de la investigación

La metodología utilizada en esta investigación se desarrolló en las siguientes etapas:

✓ Estudio bibliográfico

Se recopilaron a través de distintos medios (libros, artículos, páginas web, municipalidad de Iquique, entre otros) la información más relevante para poder llevar a cabo la investigación, como lo son:

- Antecedentes generales de la torre, conceptos básicos de la madera: Propiedades físicas, químicas y mecánicas.
- Técnicas no destructivas y pseudo no destructivas utilizadas hoy en día en estudios de edificios históricos, sus metodologías de trabajo y aspectos que se deben tener en consideración al momento de aplicarlas en terreno.

✓ Puesta a punto de los instrumentos.

✓ Inspección

Se utilizó la metodología propuesta por Basterra donde se realizó una inspección básica que consistía en inspección visual, documentación fotográfica y exámenes superficiales; y una inspección instrumental que conlleva la utilización de técnicas como xilohigrometría, velocidad de ultrasonido, arranque de tornillos y resistografía.

✓ Análisis de resultados

Una vez obtenidas las mediciones a través de las técnicas no destructivas y pseudo no destructivas, se analizaron los resultados integrando la inspección visual con los resultados de las técnicas antes mencionadas.

✓ Conclusiones

Capítulo 2: Historia del Reloj

Iquique es una ciudad puerto, la que hasta el año 1879, perteneció a Perú. Esta ciudad se convirtió durante el siglo XIX y principios del siglo XX en el eje del comercio debido al salitre y su exportación. El crecimiento explosivo de las actividades salitreras se reflejó en el progresivo aumento del número de habitantes y en el paulatino mejoramiento de la infraestructura y la arquitectura de la ciudad, esto debido a la llegada de los dueños de las oficinas salitreras los que provenían del extranjero. Siendo la actual calle Baquedano, la que recibió el nombre de calle Huancavelica durante el gobierno del Perú es una de las arterias principales de la ciudad, donde se ubicaban los bancos, el teatro, la iglesia y las casas de los dueños de las empresas salitreras, entre otros(Fox, 2012).

Cordero (2011) señala que los procesos de industrialización minera y desarrollo económico del puerto, propiciaron un intercambio cultural que traería consigo nuevas técnicas constructivas y con esto, nuevos patrones arquitectónicos, lo que hoy en día es fiel reflejo de la realidad del Iquique de esa época inserta en la cotidianidad de la trama de la ciudad.

La torre del reloj de Iquique fue construida luego de que el 9 de junio de 1873 producto de un incendio se destruyera la Iglesia Mayor Matriz y el enorme reloj que se encontraba ubicado en su torre principal (Advis, 2009) (Figura 2.1), el que era de vital importancia para que los ciudadanos ordenaran su vida y pudieran realizar sus operaciones comerciales sin tardanza (Donoso, 2003).



Figura 2. 1 Incendio Iquique

Fuente: <https://diarioiquique.wordpress.com/2011/12/04/>

Debido a la necesidad de los habitantes para poder regirse por un reloj público, es que el Consejo Departamental llamó el 14 de diciembre de 1877 a reunión extraordinaria para tratar la compra de un reloj y la construcción de una torre donde poder instalarlo (FT, 1878).

La torre del reloj fue diseñada por el ingeniero francés Eduardo Laperrousse, la que se ubicó en el centro de la plaza, mientras que la adquisición del reloj la realizó don Federico Franzt directamente desde Europa.

A principios de 1879, meses antes de la declaración de la guerra del pacífico e iniciado el bloqueo chileno al puerto de Iquique, se pone en funcionamiento (Figura 2.2)



Figura 2. 2 Torre del Reloj de Iquique

Fuente: <https://diarioiquique.wordpress.com/2011/12/04/>

El edificio de aproximadamente 25 metros de altura presenta arcos apuntados, angrelados y lobulados en una misma composición, evocando el arte mudéjar, el cual se desarrolló en los reinos cristianos de la península ibérica, pero que incorpora influencias del estilo hispano-musulmán.

La torre está construida en madera de Pino Oregón (*Pseudotsuga menziesii*) en base a tres cuerpos escalonados de sección cuadrada. Sin embargo, es posible distinguir cinco niveles antes de llegar a la estructura de techumbre.

La posición original de la torre era entre las calles Tarapacá y Luis Uribe, la cual en el año 1889 fue trasladada a su posición actual (Cordero, 2011), esto debido a la ampliación de la plaza hacia el sur y el oeste a causa de la nueva extensión generada por sucesivos incendios. Luego de dicho traslado, la torre perdió cinco de sus ocho peldaños (Figura 2.3).



Figura 2. 3 Traslado Torre

Fuente: Nortino. El antes y el Después.

El 13 de julio de 1987 la torre fue declarada Monumento Histórico Nacional (Mineduc, 1987), quedando protegida bajo la Ley 17.288 Of 1970 que legisla sobre monumentos nacionales y normas relacionadas.

En el año 2000 la Municipalidad de Iquique dio inicio a los proyectos de remodelación de la Zona Típica Calle Baquedano y de la Plaza Prat (Figura 2.4). Éste último incluyó la construcción de estacionamientos subterráneos. Ninguno de estos proyectos fue aprobado por el Consejo de Monumentos Nacionales debido a que la propuesta (en definitiva lo construido) no presentaba armonía con el entorno ni representaba los valores históricos culturales del lugar (CMN, 2006).



Figura 2. 4 Plaza Prat

<http://www.plataformaurbana.cl/archive/2013/04/05>

A través de los planos entregados por la Municipalidad, se pudo observar que las obras de remodelación de la plaza no presentaban en los planos la construcción de una pileta central (Figura 2.5), en vez de eso se debía construir unas graderías de hormigón; tampoco se hace referencia a la eliminación de los peldaños de la torre, quedando está a nivel de las rampas de acceso y en contacto directo con la losa del estacionamiento.

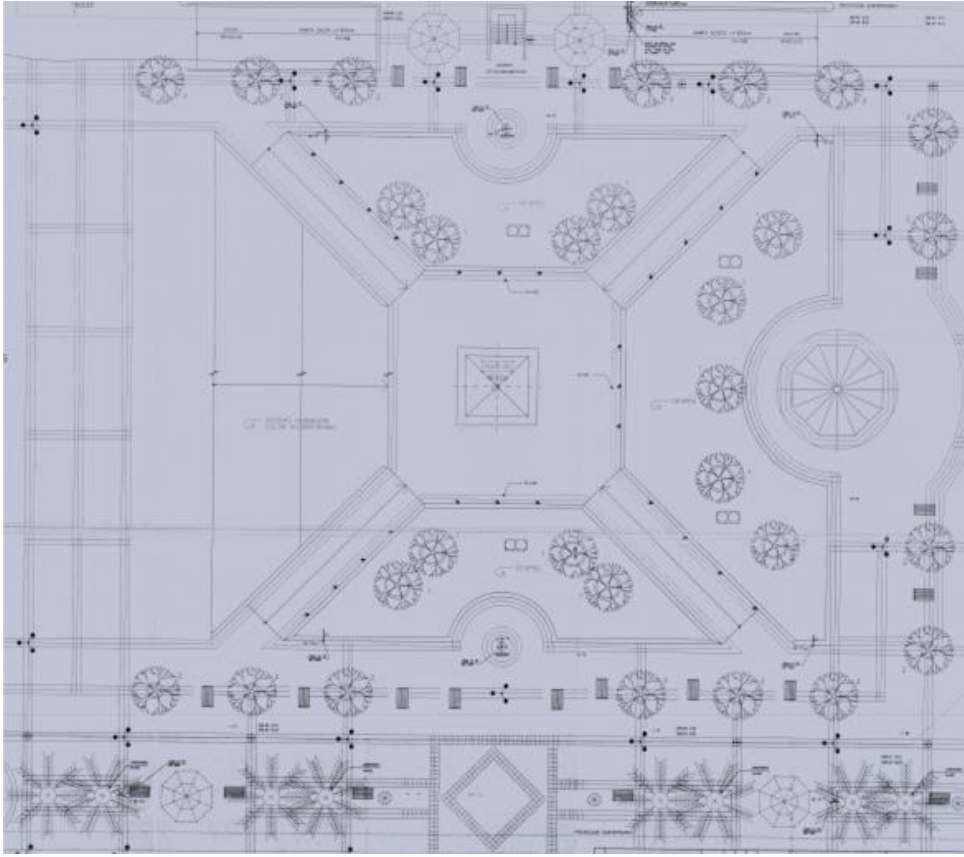


Figura 2. 5 Plano Remodelación Plaza

Fuente: Municipalidad de Iquique

Las acciones de intervención que se han llevado a cabo tanto en la torre como en sus alrededores, hacen necesaria la evaluación exhaustiva de la integridad física de los elementos constructivos y de su estado estructural, para poder mantener y preservar este importante monumento nacional.

Capítulo 3: La Madera y Sus Patologías

3.1 Antecedentes generales de la madera

La madera es un material orgánico, heterogéneo, anisótropo e higroscópico, que procede del tronco y de la copa de los árboles (Acuña, 2012).

La heterogeneidad y anisotropía de la madera hacen que los valores mecánicos medidos tengan una variación incluso entre materiales de una misma región (Hermoso et al., 2002), ya que las células que la constituyen pueden tener naturaleza y formas muy variables. Cuando se observa un árbol a simple vista se pueden identificar los diversos elementos que la componen (Figura 3.1), apreciando que se trata de un material heterogéneo en sí mismo, que está constituido por distintos elementos, que se podrán o no encontrar en unas u otras especies de madera, así como presentarse en mayor o menor proporción en ellas.

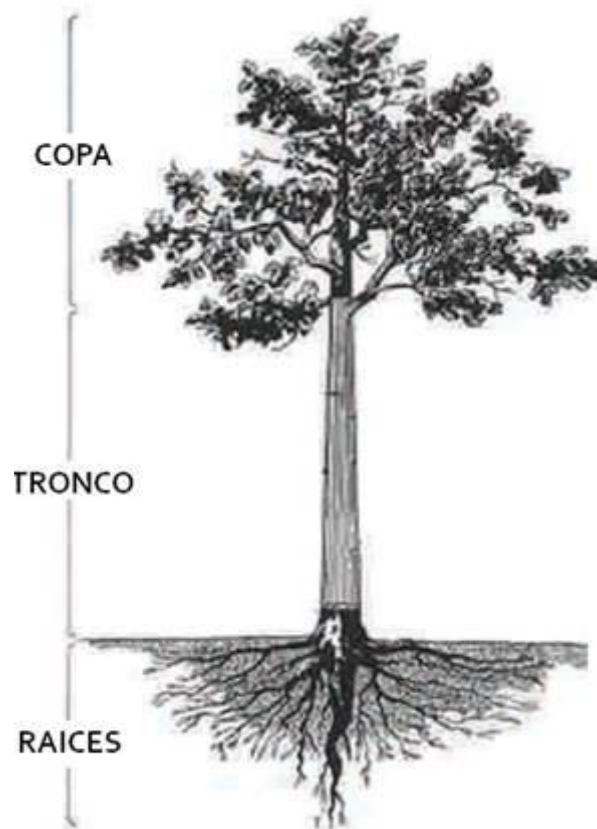


Figura 3. 1 Sección de un árbol: Copa, tronco, raíces
Fuente: Manual de Construcción de Viviendas en Madera, 2007.

3.2 Especies madereras

De acuerdo a su estructura celular las especies de árboles se dividen en dos grandes grupos:

-Coníferas: Según lo establecido en la NCh 173. Of 73 la madera de coníferas está constituida esencialmente por células de características homogéneas, del grupo traqueidas, las que realizan la doble función de sostén del árbol y conducción de la savia.

Las especies pertenecientes a este grupo presentan un tronco recto, cónico hasta su ápice (extremo superior) y revestido de ramas. Además poseen hojas en forma de escamas.

- Latifoliadas: La madera de Latifoliadas proviene del grupo de angiospermas, los que están constituidos esencialmente por; vasos, los cuales realizan la función conductora de la savia y por fibras que son el sostén del árbol (NCh 173 Madera – Terminología General).

Las especies Latifoliadas presentan en general, una copa bien ramificada y un tronco que varía en dimensiones y forma. Además, tienen hojas anchas.

3.3 Estructura macroscópica de la madera

Al realizar un corte transversal de un árbol y analizar una sección de éste, se pueden apreciar distintas zonas, las que se aprecian en la figura 3.2 y se describen a través de lo establecido en la NCh 173. Of 73

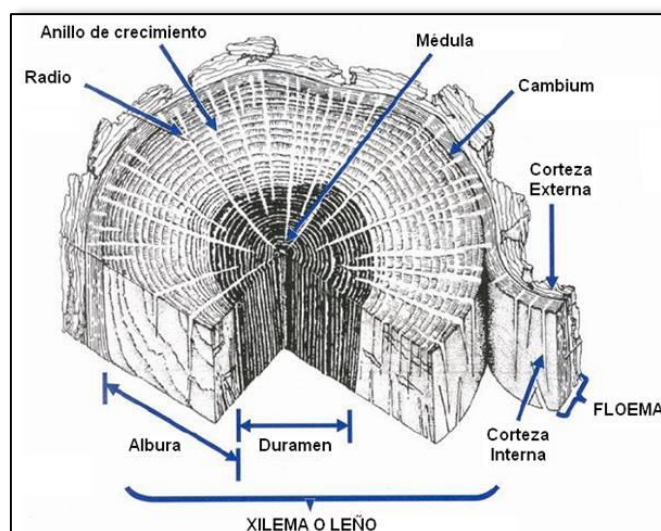


Figura 3. 2 Corte transversal de un árbol y su macro estructura.

Fuente: Manual identificación maderas forestales

- Médula: Parte central del árbol. Constituida por un tejido bastante poroso y quebradizo. Tiene un diámetro muy pequeño y suele estar muy agrietada.
- Duramen: Madera de la parte interior del tronco. Constituido por tejidos que han llegado a su máximo desarrollo y resistencia. Es la parte menos permeable a los líquidos, tal como el agua, solventes orgánicos, entre otros.
- Albura: Se encuentra en la parte externa del tronco. Constituida por tejidos más jóvenes que el duramen. Es una zona donde se produce con mayor intensidad los procesos de conducción de savia y materias orgánicas. De coloración más clara que el duramen, puede ser más porosa y algo más ligera, con mayor riesgo frente a los ataques de hongos e insectos.
- Cambium: Capa existente entre la albura y la corteza. Constituye la base del crecimiento en especial del tronco.
- Líber: Parte interna de la corteza, es filamentosa y poco resistente. Madera embrionaria viva.
- Corteza: Es la capa exterior del tronco y puede tener aspectos muy variables. Es el tejido que recubre el líber y protege al árbol.
- Radios leñosos: Bandas o láminas delgadas de tejido parenquimatoso (frondosas), cuyas células se desarrollan en dirección radial, es decir, perpendicular a los anillos de crecimiento. Ejercen una función de transporte. Almacenan y difunden las materias nutritivas. Contribuyen a que la deformación de la madera sea menor en dirección radial que en la tangencial. Son más blandos que el resto de la masa leñosa. Por ello constituyen las zonas de rotura a compresión, cuando se ejerce el esfuerzo paralelamente a las fibras.
- Anillos anuales: Cada anillo corresponde al crecimiento anual en climas templados y consta de dos zonas claramente diferenciadas:
 - ✓ Zona de primavera: Predominan en ella los elementos con grandes lúmenes, que conducen la savia bruta hasta las hojas (tejido vascular). Color claro, pared delgada y fibras huecas y blandas.
 - ✓ Zona de verano: Tienen los vasos más pequeños y apretados. Sus fibras forman el tejido de sostén. Color oscuro denso y fibras de paredes gruesas.

3.4 Composición química de la madera

La madera está químicamente compuesta por celulosa (40-45%), hemicelulosa (20-30%), lignina (20-30%) y extraíbles (1-10%). La proporción de estos varía dependiendo de la especie, ubicación del árbol, sitio, edad, y otros factores ecológicos (Torres, 1971). Dicha composición hace que se vea expuesta a agentes bióticos como: insectos xilófagos y hongos, los cuales encuentran en la madera su lugar de vida y fuente de nutrientes para su desarrollo mediante la asimilación de los Hidratos de Carbono que posee la Celulosa y la Lignina que consumen.

La degradación de la madera no afecta solamente el aspecto de ésta, sino que además reduce la resistencia mecánica de la pieza invadida.

3.5 Propiedades de la madera

La madera posee propiedades físicas y mecánicas que varían considerablemente debido a la anisotropía que presente este material, por este motivo es que se hace necesario definir el plano en el que se trabaja (Figura 3.3).

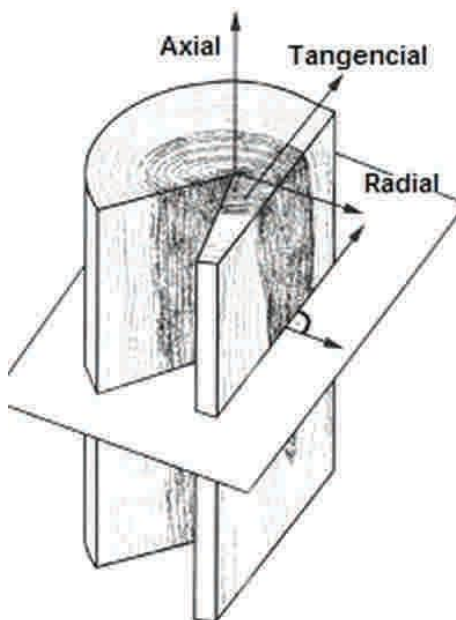


Figura 3. 3 Sección radial, longitudinal y tangencial de la madera
Fuente: Manual de construcción de viviendas en maderas, 2007.

El eje tangencial, como su nombre lo indica, es tangente a los anillos de crecimiento y perpendicular al eje longitudinal de la pieza, el eje radial es perpendicular a los anillos de crecimiento y al eje longitudinal, y El eje longitudinal es paralelo a la dirección de las fibras y por ende, al eje longitudinal del tronco (Corma,2003).

3.5.1 Propiedades físicas de la madera

Las propiedades físicas de la madera son el contenido de humedad, densidad y contracción, las cuales como se mencionó anteriormente varían dependiendo del eje que se estudie.

a) Contenido de humedad

Según Cuevas (2003), el contenido de húmedas se entiende como la masa de agua contenida en una pieza de madera, expresada como porcentaje de la masa de la pieza anhidrida. El peso anhidrido es el peso que se obtiene cuando se coloca la madera en una estufa a 100 o 102°C, hasta que se obtiene un peso constante. Cuando el contenido de humedad es modificado, existirán variaciones dimensionales, las que se ven incrementadas mientras mayor sea la densidad de la madera.

El contenido de humedad se calcula con la siguiente expresión

$$C.H(\%) = \frac{P_i - P_o}{P_o} \times 100 \quad (\text{ec. 3.1})$$

Donde:

C.H (%)= contenido de humedad, en porcentaje

P_i = peso inicial, en gramos

P_o = peso anhidrido, en gramos

La madera es un material higroscópico, absorbe o entrega agua según sean las condiciones de temperatura y humedad relativa del ambiente que la rodea. Cuando un árbol es recién cortado y se deja al aire libre, éste inicia un proceso de pérdida de humedad. La madera entrega al ambiente el agua libre contenida en sus cavidades, hasta alcanzar un punto denominado “punto de saturación de la fibra” (PSF) que corresponde a un estado en el cual se ha eliminado el agua libre y las paredes celulares permanecen saturadas (CORMA, 2003).

La NCh 1198 define como madera en estado verde aquella cuyo contenido de humedad es superior al 30% y como madera seca aquella cuya no supere el 20%. En general no se recomienda el uso con fines estructurales de piezas de madera cuyo contenido de humedad esté entre el 20 y 30%.

Los métodos existentes para determinar el contenido de humedad son el método de pesada, método de destilación y el empleo de medidores eléctricos (NCh 176/1 Of84).

El método de secado en estufa o pesada, es el más exacto y confiable. Consiste en pesar un trozo de madera a un contenido de humedad X, para posteriormente someterlo a temperaturas de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, hasta obtener un peso constante. Las desventajas de este método es que para su realización se deben cortar probetas y la obtención de resultados no es inmediata.

Los medidores eléctricos, se basan en las propiedades eléctricas de la madera, debido a que la resistencia eléctrica de la madera aumenta a medida que disminuye el contenido de humedad (CORMA, 2003). Las ventajas de este método es que los resultados son inmediatos y no es necesario cortar un trozo de madera para poder determinar su contenido de humedad. La mayor desventaja es su exactitud, ya que trabaja en un rango entre 7-28%.

b) Densidad

La densidad es el cociente entre la masa y el volumen de la madera, la cual varía con la humedad es decir, cuando la humedad crece, la densidad también crece (Cuevas, 2003).

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (\text{ec. 3.2})$$

ρ = Densidad de la madera expresada en gr/cm^3 o kg/m^3
 m = Masa de la madera en gramos o kilogramos
 v = Volumen de la madera en cm^3 o m^3

La tabla (3.1) entrega los nombres que la NCh 176/2, asigna a la densidad según el contenido de humedad de la muestra en la cual se determina la masa y el volumen.

Tabla 3. 1 Densidad según contenido de humedad

Masa	Volumen	Densidad
Anhidra (H=0%)	Anhidro (H=0%)	Anhidra
Seca (H=12%)	Seco (H=12%)	Normal
Anhidra (H=0%)	Verde (H≥PSF)	Básica
Anhidra (H=0%)	Humedad (H) ensayo (H=12%)	Nominal
Contenido de humedad (Hi)	Contenido de humedad (Hi)	Referencia
Hi= Contenido de humedad cualquiera		

Fuente: NCh 176/2

La relación de diferentes densidades cuando no se conocen valores experimentales, donde se puedan usar las formulas establecida en la NCh 176/2, es posible relacionarlas utilizando las expresiones descritas por CORMA (2003) donde:

- Para contenidos de humedad menor o igual al PSF

$$\rho_{H2} = \rho_{H1} * \left(\frac{100 + H_2}{100 + H_1} \right) * \left(\frac{100 + K * H_1}{100 + K * H_2} \right) \quad (\text{ec. 3.3})$$

ρ_{H2} = Densidad estimada para un 12% de contenido de humedad (Kg/m³)

ρ_{H1} = Densidad estimada para el contenido de humedad presente al momento de la medición (bajo el punto de saturación de la fibra) (Kg/m³)

H_1 = Humedad presente al momento de la medición (%)

H_2 = Humedad del 12%

K = Coeficiente de contracción volumétrica para un cambio de 1 % de contenido de humedad, calculado para cada especie, como la suma de los respectivos coeficientes de contracción lineal (k).

- Para contenidos de humedad mayor al PSF

$$\rho_{H2} = \rho_{H1} * \left(\frac{100 + H1}{100 + H2} \right) \quad (\text{ec. 3.4})$$

ρ_{H2} = Densidad estimada para un 12% de contenido de humedad (Kg/m³)

ρ_{H1} = Densidad estimada para el contenido de humedad presente al momento de la medición (bajo el punto de saturación de la fibra) (Kg/m³)

$H1$ = Humedad presente al momento de la medición (%)

$H2$ = Humedad del 12%

c) **Contracción**

Según lo establecido en la NCh 173/3.Of84 se entiende por contracción la disminución o pérdida de volumen de la madera, bajo el PSF expresada como porcentaje de la disminución de la madera en estado verde. La contracción es proporcional al descenso del contenido de humedad bajo PSF (Cuevas, 2003).

$$C = \frac{Di - Df}{Di} * 100 \quad (\text{ec. 3.5})$$

Donde:

C =Contracción, en porcentaje.

Di = Dimensión inicial, en mm.

Df = Dimensión final, mm.

Cabe destacar que en la mayoría de las especies la contracción radial es solo un 50% del valor de la contracción tangencial. Proporcionalmente como un promedio de todas las especies, la contracción en las tres direcciones (tangencial, radial, longitudinal) tiene una razón de 100:50:1 aproximadamente (Pérez 1983, citado por Díaz, 2005).

La Norma Chilena NCh 1198 en el anexo F menciona que la contracción tangencial y radial para el Pino Oregón es 0,33 y 0,20 respectivamente. La contracción longitudinal

provocada por una variación en el contenido de humedad de la madera alcanza valores muy reducidos y es perfectamente despreciable en términos prácticos.

3.5.2 Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de la madera determinan la capacidad o aptitud para resistir fuerzas o sollicitaciones externas. Se entiende por fuerza externa, a cualquier sollicitación que, actuando exteriormente, altere su tamaño, dimensión o la deforma (Corma, 2003).

Rodríguez (2009) señala que la madera presenta un comportamiento mecánico diferente frente a otros materiales resistentes en dos aspectos, el primero es que la deformación ante una cierta carga aumenta con el tiempo y el segundo es la gran variabilidad de las propiedades mecánicas. Estas diferencias tienen su fundamento en factores genéticos y/o ambientales.

La resistencia mecánica varía sensiblemente según el contenido de humedad, viéndose afectadas propiedades mecánicas tales como, flexión estática, compresión paralela, compresión perpendicular, tracción, cizalle y dureza. Sobre el PSF, la resistencia mecánica se mantiene constante y a medida que ésta disminuye desde el PSF hasta el estado anhidrido la resistencia mecánica de la madera aumenta (Cuevas, 2003), excepto en la tenacidad, ya que disminuye. Rodríguez (2009) determina que cuando la madera aumenta en 1% su contenido de humedad, la resistencia merma entre el 1.5%-2% hasta contenidos de humedad del 30%.

Otro factor importante es que la resistencia mecánica varía de forma considerable con la especie, es decir, la densidad va a influir directamente en el comportamiento mecánico de las maderas en las distintas especies e incluso dentro de una misma especie (Díaz, 2005).

Los defectos o singularidades influyen directamente en las características mecánicas. La inclinación de las fibras afecta de forma significativa la resistencia a flexión y tracción (Rodríguez, 2009). La presencia de nudos afecta las propiedades mecánicas por la variación de la densidad entre la madera y el nudo, y la presencia de grietas cuando la madera está seca. Los nudos disminuyen la resistencia de la madera por inducir a una distribución irregular de las tensiones (Cuevas, 2003).

El sistema de clases estructurales definido en la NCh 1198 agrupa las especies forestales utilizadas en la construcción, a excepción del Pino Radia en catorce categorías designadas por ES (H=12%) y E (H>30%). El Pino Oregón según el anexo A de la norma pertenece al grupo ES5 o E5 respectivamente. Esta norma además define 12 clases estructurales para los valores característicos de las tensiones admisibles de flexión, compresión paralela, tracción paralela, cizalle y el módulo de elasticidad en flexión. Las cuales se indican en la tabla (3.2)

Tabla 3. 2 Tensiones admisibles y módulo de elasticidad en flexión para madera aserrada, MPa

Clase estructural	Tensiones admisibles de				Módulo de elasticidad en flexión E_f
	Flexión F_f	Compresión paralela F_{cp}	Tracción paralela F_{tp}	Cizalle F_{cz}	
F34	34,5	26	20,7	2,45	18150
F27	27,5	20,5	16,5	2,05	15000
F22	22	16,5	13,2	1,7	12600
F17	17	13	10,2	1,45	10600
F14	14	10,5	8,4	1,25	9100
F11	11	8,3	6,6	1,05	7900
F8	8,6	6,6	5,2	0,86	6900
F7	6,9	5,2	4,1	0,72	6100
F5	5,5	4,1	3,3	0,62	5500
F4	4,3	3,3	2,6	0,52	5000
F3	3,4	2,6	2	0,43	4600
F2	2,8	2,1	1,7	0,36	4350

Fuente: NCh 1198

Los esfuerzos en flexión se producen en cuerpos de gran longitud respecto a las dimensiones de su sección transversal, cuando estos son sometidos a la acción de cargas perpendiculares de su eje longitudinal, de tal manera que tienden a producir una arqueadora del elemento (Díaz, 2005). La madera verde, joven, húmeda o calentada, es más flexible que la seca o vieja y tiene mayor límite de deformación. (Acuña y Casado, 2005).

Campo et al (1990) citado por Díaz (2005), indica que se distinguen dos tipos de fuerzas de compresión según el sentido de aplicación de la fuerza; compresión paralela y compresión perpendicular a la fibra. La compresión paralela se define como la resistencia que

opone una viga a una carga aplicada en el mismo sentido de la dirección de la fibra. Y la compresión perpendicular corresponde a la resistencia que opone la madera a una carga aplicada en sentido perpendicular a la dirección de las fibras.

El módulo de elasticidad expresa la relación entre la carga y la deformación dentro del límite de proporcionalidad. Según indica CORMA (2003), el módulo de elasticidad, es una medida de rigidez de un material. Es aquella propiedad de la materia que le permite resistir una fuerza que tiende a cambiar su forma o volumen y que es responsable de la recuperación de su forma o volumen original cuando dicha fuerza deja de actuar.

Chauhan y Sethy (2016) lograron establecer un modelo ajustado entre el módulo de elasticidad dinámico obtenido mediante la velocidad de propagación de ondas medidas a través de un equipo ultrasónico de palpadores de baja frecuencia y el módulo de elasticidad estático, el cual se muestra en la ecuación (3.6)

(ec. 3.6)

$$MoE_D = 2,74 * MoE_E - 3,82$$

La Norma Chilena NCh 969.Of86 establece las condiciones generales que deben cumplirse al efectuar los ensayos que permitan determinar las propiedades mecánicas de la madera, especialmente a los ensayos de flexión estática, compresión paralela y perpendicular a la fibra, tracción perpendicular a la fibra, cizalle paralelo a la fibra.

La asignación de clases estructurales también se puede realizar a través de una clasificación visual (Tabla 3.3), donde se relacionan el agrupamiento de especies, el grado estructural y la clase estructural. Como se mencionó anteriormente existen dos agrupamientos de especies para el Pino Oregón y además cuatro grados estructurales, los que se definen según la Norma Chilena NCh 1970/2 para coníferas. Dicho grado estructural se asigna mediante la identificación del defecto de mayor incidencia sobre la resistencia.

En ninguno de los grados se aceptan perforaciones, pudriciones o evidencia de madera de reacción. En los grados 1,2 y 3 no se aceptan acebolladura y en los dos primeros grados no se aceptan grietas en los extremos, rajaduras y madera juvenil con anchos menores a 240mm. El anexo 2 presenta el resumen de las especificaciones particulares para los grados estructurales definidos.

Tabla 3. 3 Relación entre el agrupamiento de especies, el grado estructural y la clase estructural

Clasificación visual		Agrupamiento de especies	
Grado estructural*	Razón de resistencia*	E5	ES5
		Clase estructural	
N°1	0,75	F11	F17
N°2	0,6	F8	F14
N°3	0,48	F7	F11
N°4	0,38	F5	F8

* Definidos en NCh 1970

Fuente: NCh 1198

3.6 Agentes bióticos que atacan la madera

Los llamados agentes xilófagos, se definen como todos aquellos organismos biológicos que se alimentan de la madera (Ripa y Luppichini, 2004). Estos organismos causan serios daños a la madera en pie como a la almacenada y la que se encuentra en servicio.

Los principales agentes xilófagos, son los hongos e insectos, existiendo otros como las bacterias, algas y xilófagos marinos, que si bien su subsistencia es en base a la madera, sus daños no son comparables con los ocasionados por los mencionados inicialmente.

3.6.1 Hongos xilófagos

Dentro de los hongos xilófagos pueden diferenciarse tres tipos: los mohos y los hongos cromógenos y hongos de pudrición.

a) Mohos

Son hongos microscópicos cuyos filamentos son generalmente incoloros. Se alimentan de las sustancias de reserva de la madera y solo afecta a nivel superficial. Se puede apreciar su ataque cuando aparecen las esporas en la superficie de la madera en forma de pelusa blanquecina.

b) Hongos cromógenos

Esta clase de hongos se alimentan con preferencia de las sustancias de reserva presentes en las células de la albura y no atacan al duramen. Su presencia es habitual

en las coníferas, donde dejan una coloración azulada en la madera recién cortada y muy húmeda. Afectan estéticamente la superficie, por lo que su uso no representa ningún problema si la madera está seca, de lo contrario, pueden actuar como receptáculo de otro tipo de patologías.

c) Hongos de pudrición

Este tipo de hongos es el que produce más daño en la madera. Se alimentan de los componentes de la pared celular, causando el deterioro de ésta. Estos hongos son capaces de descomponer mediante degradación enzimática prácticamente todos los componentes de la madera. Su efecto es la pérdida de densidad y resistencia acompañadas de un cambio de coloración. En las etapas iniciales no es fácil de reconocer ya que las hifas (filamentos tubulares que conforman la unidad vegetal estructural de los hongos) permanecen ocultas en su interior. Según va desarrollándose la pudrición se va acentuando el cambio de color y la madera comienza a perder peso. En la fase inicial del proceso se llega a la destrucción total de la estructura de la madera con una pérdida completa de sus propiedades mecánicas.

Los hongos de pudrición pueden clasificarse en 3 tipos:

c.1) Pudrición blanca

Es producida por hongos que se alimentan preferentemente de la lignina, aunque también en menor grado de celulosa.

El aspecto que presenta la madera atacada es fibroso, de poca densidad al tacto y de un color blanco debido al complejo celulósico resultante (complejo de celulosa más o menos blanquecino que rara vez es de tono uniforme, sobre el que aparecen vetas blancas separadas por zonas de madera normal) como se puede ver en la figura 3.4



Figura 3. 4 Madera atacada por hongos de pudrición blanca

Fuente: Manual Técnico de formación para la caracterización de la madera de uso estructural, 2012.

c.2) Pudrición parda

Está producida hongos que se alimentan preferentemente de la celulosa y la hemicelulosa, componentes de la pared celular de la madera. Como consecuencia queda un residuo de color marrón oscuro formado principalmente por lignina. Al secarse la pieza el material residual tiende a agrietarse formando una estructura de pequeños cubos o prismas que se disgrega con facilidad entre los dedos como si fuera polvo (Figura 3.5). El ataque inicial de estos hongos favorece el ataque posterior de los insectos de ciclo larvario.

Este tipo de hongos de pudrición ataca más a las maderas de coníferas que de Latifoliadas.



Figura 3. 5 Madera atacada por hongos de pudrición parda

Fuente: Manual Técnico de formación para la caracterización de la madera de uso estructural, 2012.

c.3) Pudrición blanda

Está originada por hongos inferiores, cuyas hifas se desarrollan en el interior de la pared celular de las células de la madera y atacan principalmente la celulosa de la pared secundaria (Schwarze et al. 2000). La madera atacada tiene un aspecto final blando o esponjoso (figura 3.6). Esta pudrición se produce cuando existen altas condiciones de humedad, tanto en el ambiente como en la madera.



Figura 3. 6 Madera atacada por hongos de pudrición blanda

Fuente: Manual Técnico de formación para la caracterización de la madera de uso estructural, 2012.

3.6.2 Insectos xilófagos

Los insectos xilófagos se agrupan en distintas familias, dentro de las que se pueden encontrar un gran número de especies, capaces de atacar la madera viva, recién cortada, seca, en descomposición, en bruto y/o elaborada,

Atacan la madera generalmente en la fase larvaria y mientras dura su crecimiento y desarrollo, y habitualmente, perforan un hueco por el que salen al exterior en su fase adulta, no volviendo a su interior hasta que efectúan la puesta de huevos, con el que comienza de nuevo su ciclo vital anteriormente mencionado.

De los insectos xilófagos presentes en Chile se pueden diferenciar dos grandes grupos, como lo son los insectos de ciclo larvario y los insectos de ciclo social.


a) Insectos de ciclo larvario



Estos insectos en cumplimiento a su ciclo de vida o metamorfosis, pasan por cuatro estados conocidos con el nombre de huevo, larva, pupa, e insecto adulto o imago (Vaca de la Fuentes, 1998).

Los materiales leñosos son afectados cuando las larvas construyen sus galerías en la madera para obtener su alimento y protección. Las hembras colocan sus huevos en lugares protegidos de tal forma que al incubar y nacer las larvas, estas pueden encontrar su alimento, produciendo galerías que deforman el aspecto y afectan las propiedades mecánicas de la madera.

En la tabla 3.4 se presentan las características de los ataques de algunos de los insectos, según lo señalado en la unidad 2 de patologías y protección de madera en servicio de la CORMA.

Tabla 3. 4 Características de los ataques de insectos de ciclo larvario

INSECTOS XILÓFAGOS	ORDEN (ESPECIE)	FAMILIA	DAÑO	IMAGEN
INSECTOS DE CICLO LARVARIO	Coleópteros	Anóbidos	Insectos que atacan a las maderas secas, tanto coníferas como Latifoliadas, y que pertenecen a la familia de los Anóbidos, comúnmente llamados Carcoma, que se alimentan a expensas de la celulosa y lignina. Su tamaño es relativamente pequeño, con una longitud desde 2,5 mm hasta 8,5 mm y practica galerías de unos 2 a 3 mm de diámetro, dejando tras de sí un aserrín un poco menos fino que el de los Lícidos.	

INSECTOS XILÓFAGOS	ORDEN (ESPECIE)	FAMILIA	DAÑO	IMAGEN
INSECTOS DE CICLO LARVARIO	Coleópteros	Líctidos	Insectos que atacan maderas parcialmente secas (menos del 18 % de humedad), siendo la albura habitualmente la zona afectada. Se caracterizan porque las larvas se alimentan del almidón contenido en la pared celular, para lo cual practican galerías de alrededor de 1 mm de diámetro, destruyendo la madera y dejando tras de sí un aserrín muy fino. No atacan a las coníferas, solamente a las Latifoliadas.	
	Coleópteros	Ceramibicidos	Insectos que requieren un contenido de humedad en la madera mayor al 20%, las larvas se alimentan de almidón, azúcares y sustancias albuminoideas de la madera. La mayoría ataca a los árboles en pie y un número reducido de especies invade la madera que se encuentra encastillada, tanto de coníferas como Latifoliadas.	

Fuentes: Descripción de la biología, daño y control de los coleópteros existentes en Chile, 2001.

b) insectos sociales

El principal grupo de insectos sociales xilófagos, son las especies de orden isóptera, donde se encuentran las renombradas termites o termitas con sus distintas familias. Dentro de las especies con mayor importancia económica y de abundancia en Chile, son las termitas de la madera seca, termitas de la madera húmeda y las termitas subterráneas.

b.1) Termitas de madera seca

Esta clase de termitas es capaz de obtener agua a partir de procesos metabólicos en sus propios cuerpos, por lo que no requieren que exista humedad en la madera (Artigas, 1994). Suelen ser comunes en distintos tipos de construcciones, generalmente en madera estructural. También pueden atacar toda clase de muebles, postes, partes muertas de árboles, etc., atacando por lo general madera sin pudrición. El ataque por termitas a madera seca es muy difícil de detectar a tiempo, ya que no suele haber evidencia externa del daño. Las galerías que cavan este tipo de termitas no suelen tener conexiones al exterior, por lo que la pieza aparenta estar sana, aunque interiormente pueda estar prácticamente pulverizada y sin resistencia mecánica. Un signo de la presencia de este tipo de termita puede ser la detección de las fecas expulsadas por los insectos desde sus galerías, las que se presentan como pequeños pellets de aserrín compacto, generalmente de forma hexagonal.

b.2) Termitas de madera húmeda





Estas termitas requieren de la humedad para subsistir, por lo que construyen sus nidos en madera con un alto contenido de agua. Suelen atacar madera muerta enterrada en el suelo, madera de uso exterior en condiciones de extrema humedad, así como partes muertas de árboles.

b.3) Termitas subterráneas

Sus nidos los construyen generalmente en el suelo, del cual obtienen la humedad que requieren para subsistir. Utilizando materiales como barro y sus propios excrementos, construyen galerías muy ramificadas, excavando a través del suelo y otros materiales (incluso albañilería) para llegar hasta su alimento (la madera). Sus colonias las pueden establecer bajo todo tipo de construcciones, atacando tanto madera en contacto con el suelo como separada de éste, así como fundaciones, maderas estructurales, etc. Las termitas subterráneas suelen evitar la exposición directa al aire, como una forma de disminuir la desecación, por lo que el daño en la madera suele ser interno (INFOR e INTEC, 1999).

En la tabla 3.5 se presenta una descripción general de las termitas presentes en Chile y donde se distribuyen a nivel nacional.

Tabla 3. 5 Descripción general de las termitas presentes en Chile

INSECTOS XILOFAGOS	ORDEN (ESPECIE)	FAMILIA	ESPECIE	LOCALIDAD TIPO	DISTRIBUCIÓN EN CHILE	IMAGEN
INSECTOS SOCIALES	Isóptera	Kalotermitidae (Termita de madera seca)	Cryptotermes brevis (Termita de los muebles)	Jamaica	Arica, Iquique, Antofagasta y Juan Fernández.	
			Neotermes chilensis (Termita chilena)	Chile	Entre las regiones Quinta y Undécima	
	Isóptera	Termopsidae (termita de la madera Húmeda)	Porotermes quadricollis (Termita de la madera Húmeda)	Chile	Desde la octava región al sur	
	Isóptera	Rhinotermitidae	Reticulitermes hesperus (Termita subterránea)	Estados Unidos	Regiones Quinta y Metropolitana	

Fuentes: Descripción de la biología, daño y control de las termitas: especies existentes en Chile, 2001.

3.7 Agentes abióticos que atacan la madera

Los agentes abióticos actúan directamente causando daños leves, exceptuando la exposición a un fuego prolongado. Sin embargo ejercen una acción previa que facilita la actuación de los agentes bióticos (hongos e insectos).

Los principales agentes abióticos como los describe CORMA 2003 son:

3.7.1 Humedad atmosférica

La humedad atmosférica produce deterioro por los repetidos cambios de dimensiones que se producen en las capas superficiales de las piezas que se encuentran a la intemperie. Cabe recordar que la madera es una sustancia higroscópica, influida por los cambios de las condiciones de humedad atmosférica, produciéndose absorción de agua en las superficies que quedan expuestas, hinchándose con clima húmedo y lluvioso y contrayéndose en los períodos de sequía. En todo caso, la penetración de agua por las razones expuestas es relativamente lenta y no se producen cambios en el contenido de humedad o en el volumen de la pieza, siempre que no haya una condición especial, en que el estado de humedad o sequedad se exceda de lo normal.

Se puede concluir que el daño esperado se concentra en las capas externas de la madera, ya que se producen tensiones alternas de compresión y dilatación que se traducen en una desintegración mecánica de las capas superficiales.

3.7.2 Radiación solar

El espectro ultravioleta de la luz descompone la celulosa de la madera produciendo su degradación. La acción de la luz es lenta y a medida que transcurre el tiempo la degradación no aumenta, dado que los primeros milímetros afectados sirven de protección al resto. Así, los efectos de la luz se hacen visibles entre el primer y el séptimo año y la madera cambia de color, oscureciéndose o aclarándose, según el grado de exposición en que se encuentre. La degradación afecta los primeros milímetros de la madera, con mayor intensidad las zonas de primavera que las de otoño, y más la albura que el duramen.

La degradación por la luz es más rápida si se combina con el deslavado que puede producir la lluvia, que arrastra la celulosa descompuesta de la superficie, produciendo la degradación denominada "madera meteorizada". El espectro infrarrojo afecta en la medida que calienta la madera, aumentando su incidencia cuanto mayor sea su exposición al sol y más oscura sea. Este calor puede producir secado y con ello merma de la madera, y por ende, agrietamientos en dirección de las vetas por las cuales penetra la humedad, favoreciendo la invasión de los hongos xilófagos.

3.7.3 Efecto hielo-deshielo

La humedad contenida en las cavidades celulares se transforma a estado sólido, aumentando el volumen (anomalía del agua) de las fibras leñosas de la madera en estado verde, produciendo un daño en la integridad física del material, lo que puede traducirse en la destrucción de las células ubicadas en la superficie. Si este fenómeno es repetitivo puede afectar la resistencia de la pieza.

3.7.4 Fuego

Aun siendo combustible la madera, su comportamiento frente al fuego es mucho mejor que el acero, que en apenas 15 minutos de iniciado el fuego ha perdido aproximadamente la mitad de su resistencia. Debido a su bajo coeficiente de dilatación, la madera dilata lentamente tras la retracción inicial producida por su desecación y por la acción protectora de la carbonización superficial. Ello produce una resistencia duradera al conservar las fibras leñosas una buena capacidad residual, conservando la mayoría de los casos intacto el duramen.

Los agentes de la degradación de la madera que generan los daños de mayor importancia son los bióticos, es decir, los hongos y los insectos (Herrero et al, 2007). En ocasiones, estos agentes de la degradación pueden exhibir la particularidad de que sus daños quedan circunscritos al interior de las piezas sin ser visibles al exterior hasta que éstas están altamente afectadas. Esto pasa, por ejemplo, con el ataque por termitas, que sólo es aparente ante ojos expertos siendo visibles en la mayoría de los casos sólo cuando los daños resultan irreparables (Conde et al, 2007).

Capítulo 4: Técnicas no destructivas para inspección de madera

4.1 Técnicas no destructivas y pseudo no destructivas

De acuerdo a lo señalado por Conde (2007) hoy en día el disponer de herramientas objetivas y de fácil uso que permitan evaluar la capacidad resistente de la madera, es algo fundamental a la hora de poder decidir sobre la sustitución, mantención o reparación de una estructura en servicio. Es por ello que las TND cobran gran importancia hoy en día.

Los estudios en maderas realizados a partir de TND son diversos (Bertolini et al., 1998; Bucur, 2003; Mariño, 2002; Basterra et al., 2009) los que tratan de fundar relaciones físicas y mecánicas en las distintas piezas estudiadas, para luego poder evaluarlas en conjunto y establecer cuál es el estado estructural.

De las técnicas pseudo no destructivas utilizadas destacan el resistógrafo y el extractor de tornillos, los que han sido utilizados en investigaciones llevadas a cabo por Mariño et al., 2002; Casado et al., 2005; Acuña et al., 2007, entre otros. Mientras que el uso de TND como lo son el ultrasonido y el xilohigrómetro se han podido ver en trabajos como el de Acuña et al., 2006; Conde et al., 2007 y Casado et al., 2013.

El saber cómo funciona cada uno de los equipos, es fundamental ya que se deben interpretar los resultados obtenidos por cada técnica, para luego poderlas integrar y así lograr establecer con mayor certeza el estado de la estructura en general.

4.1.1 Xilohigrómetro

El xilohigrómetro es un instrumento que se usa para determinar el contenido de humedad de piezas de maderas. Este instrumento mide el porcentaje de humedad con relación a las propiedades eléctricas y dieléctricas de la madera (Forsen y Tarvainen, 2000).

Existen dos tipos de xilohigrómetro, los resistivos o también denominados PND (Figura 4.1), porque para realizar la medición se debe introducir en la madera los electrodos que posee.



Figura 4. 1 Xilohigrómetro resistivo
Fuente: Superintendencia del Medio Ambiente

Los medidores resistivos establecen la humedad de la madera según la resistencia o la baja conductividad medida. En maderas la resistencia al flujo de corriente varía considerablemente con la humedad, mientras menos sea la humedad, mayor es la resistencia al flujo de corriente (Mena, 2009). El alcance de medición para éste tipo de medidores es de 7 a 30 % de contenido de humedad y su clase de exactitud esperada va de ± 1.5 a ± 3 % de agua (SINIA, 2009).

Los xilohigrómetro capacitivos o no destructivos (Figura 4.2), utilizan las propiedades dieléctricas de la madera. Poseen sensores planos que no penetran físicamente la madera. Los electrodos son presionados a la madera y se aplica tensión de alta frecuencia. La cantidad de energía absorbida depende del contenido de humedad en la madera. El alcance efectivo de estos medidores es de 5 a 30% de humedad y su exactitud va de ± 3 a ± 6 %. Cada especie de madera tiene su propia densidad específica, por eso sólo para los xilohigrómetro de tipo capacitivo se debe configurar el valor de densidad apropiado (Mena, 2009).



Figura 4. 2 Xilohigrómetro capacitivo
Fuente: Superintendencia del Medio Ambiente

En la práctica el método más usado para determinar el grado de humedad en los campos de la madera y materiales de construcción es el método de medida de resistencia (Esarte, 2009). Forsen y Tarvainen en el año 2000 pudieron concluir que la mayoría de los medidores de humedad por resistencia mostraban desviaciones sistemáticas de su medida respecto de los valores reales debido al incorrecto uso de curvas internas de calibración.

Pincheira (2007) señala que las mediciones con los medidores capacitivos son más cercanas al valor real de la humedad.

Según lo establecido en la NCh 176/1. Of 84 el xilohigrómetro es aplicable a madera con un contenido de humedad entre 7% y un 28% y no requiere cortar probetas. Dice además que este método es apto para determinaciones en terreno y que debe estar calibrado para la especie correspondiente y debe ser capaz de hacer una medición individual con un error no mayor de $\pm 2\%$. Las mediciones en madera con este instrumento se deben realizar en el sentido de las fibras de la madera para lograr mediciones dentro del rango de error establecido en la norma.

4.1.2 Ultrasonido

Los ultrasonidos son ondas acústicas con frecuencia por encima de la zona audible (Rodríguez, 2009). Se emplean en los ensayos no destructivos de la madera, además de en otros materiales como el acero o el hormigón. La aplicación de este método reside en la fuerte relación entre las propiedades elásticas y mecánicas del material y la velocidad de propagación de los ultrasonidos por su interior.

Al propagarse las ondas por el interior de un medio se distinguen principalmente dos tipos de ondas internas: longitudinales y transversales. Para ambas el movimiento vibratorio que realiza una partícula afectada por su propagación es un movimiento armónico; el desplazamiento producido sigue un movimiento sinusoidal. Las ondas longitudinales son aquellas en las que la oscilación de las partículas se produce en la dirección de propagación de las ondas y las transversales aquellas cuya oscilación de las partículas se produce en el plano perpendicular a la dirección de propagación de las ondas.

La aplicación de esta técnica tiene la ventaja de poder ser empleada in situ para la evaluación de madera puesta en obra. También incluye como ventaja la facilidad de uso del equipo y la ligereza para su transporte (Rodríguez, 2003).

El principal inconveniente que presenta la utilización del ultrasonido en madera es que los tiempos de transmisión está influenciado por algunos factores, entre ellos la dirección de medición, el contenido de humedad y la temperatura, provocando una interpretación errónea de los datos obtenidos.

El contenido de humedad influye ligeramente en la velocidad de propagación. Según Sandoz (1989) para cada incremento de un 1% en el CH se produce una disminución de la velocidad aproximadamente de un 0.8%, siguiendo una relación lineal para el intervalo CH=[5-30%]. En cambio, si el CH>30% la velocidad no varía.

La temperatura también influye ligeramente en la velocidad de transmisión de forma que un aumento de la temperatura reduce la velocidad (Rodríguez, 2009). La reducción de la velocidad se estima en un 0.07 a 0.08% para cada aumento de 1°C cuando CH=12% (Sandoz et al, 2000).

La dirección de medición es el parámetro que más influye, ya que la madera es anisotrópica. Esto se ve reflejado en las diferencias de velocidades obtenidas en mediciones realizadas longitudinal, radial o tangencialmente, además si se realiza de forma indirecta paralela o cruzada (Acuña et al, 2006).

Ross y Huntt (2000) indican que para el uso de esta técnica se debe tener acceso a ambos lados del elemento a evaluar (método directo). Sin embargo, Hasenstab y Krause (2003) señalan que solo se necesita un lado de la pieza a estudiar (Figura 4.3) método indirecto.

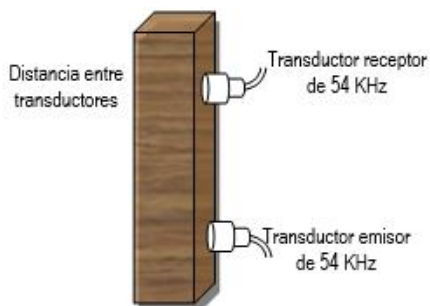


Figura 4. 3 Ultrasonido método indirecto

Fuente: Informe FONDART Torre del Reloj de Iquique

De acuerdo a lo señalado por Esteban (2003) en madera los valores promedios de velocidades de propagación longitudinal se encuentran en torno a 5000 (m/s), en dirección radial rodean los 2500 (m/s) y en dirección tangencial 1500 (m/s).

Basterra et al., (2009) señala que la medición de la velocidad de propagación de ultrasonidos se basa en la presencia de oquedades, nudos, bolsas de resina o degradaciones internas, haciendo que la velocidad de transmisión de las ondas ultrasónicas que viajan a través del material leñoso sea diferente de la que se presenta en ausencia de defectos. Cuando la pieza de madera posee algún defecto se reducen la velocidad de propagación de la onda, debido a que deberá sortear mayores obstáculos para llegar al transductor receptor.

Las constantes elásticas o módulos expresan la resistencia de un material a las deformaciones. El módulo de Young (E) expresa la resistencia a la elongación (Rodríguez, 2009). Este se puede determinar de forma dinámica por medio de métodos de resonancia o por medio de propagación de ondas.

Cuando se utiliza la técnica de ultrasonido, se puede calcular el Modulo de Elasticidad, ya que existe una relación directa entre la velocidad de onda y el Modulo de elasticidad.

$$v^2 = \left(\frac{E}{\rho}\right) * 10^{-9} \quad (\text{ec. 4.1})$$

Donde:

v = Velocidad de propagación de la onda longitudinal (m/s)

E = Modulo de elasticidad dinámico (Gpa)

ρ = Densidad del material (Kg/m³)

Para la obtención de v (velocidad de propagación de onda) se sitúan los transductores a una distancia conocida (d) y se mide el tiempo (t) que tarda la onda ultrasónica en llegar del palpador emisor al receptor.

$$v = \left(\frac{d}{t}\right) * 10.000 \quad (\text{ec. 4.2})$$

Donde:

v = Velocidad de propagación de la onda longitudinal (m/s)

d = Distancia entre transductores (m)

t = Tiempo de transmisión del pulso ultrasónico (μs)

Ambos transductores están conectados a un circuito electrónico que indica el tiempo de tránsito del pulso ultrasónico entre la salida y llegada de la onda, pudiéndose obtener la velocidad del impulso.

Como se mencionó anteriormente existen factores que pueden afectar en los tiempos de transmisión como es la humedad. Riveros (2010) logro establecer una corrección para las velocidades de propagación de onda longitudinal con un contenido de humedad menor al 25%, ya que para valores por sobre este contenido no existe una influencia estadísticamente significativa. Dicha corrección se ve expresada mediante la siguiente ecuación:

$$v = 5708 - 42 \times \%Humedad \quad (\text{ec. 4.3})$$

Donde:

v = Velocidad de propagación de ondas (m/s)

%Humedad= Humedad presente al momento de la medición (%)

4.1.3 Extractor de tornillos

Es un método pseudo no destructivo, que registra la resistencia al arranque de un tornillo de 3, 4 o 5mm de diámetro según la especie maderera, estando esta variable estrechamente relacionada con la densidad y el módulo de elasticidad de la madera en piezas de pequeñas dimensiones y libres de defectos (Ramón et al, 2005). Sin embargo la escasa penetración del tornillo apenas 2 cm ofrecen una información muy localizada de la pieza y difícil de extrapolar a madera estructural y/o de grandes escuadrías (Rodríguez, 2009).

La resistencia al arranque de tornillos (Figura 4.4) depende no sólo de las características intrínsecas del material que va a ser ensayado, sino también de aspectos relacionados con los aparatos de medida y con el procedimiento seguido (Acuña et al, 2005). En este sentido, deben de fijarse previamente unos criterios que influyen en la resistencia al arranque de tornillos como el diámetro del tornillo a utilizar, la longitud de tornillo que debe introducirse, la definición de las zonas donde se deben realizar las mediciones, evitando las zonas de nudos y de fendas, y número de extracciones que deben hacerse por muestra (Acuña et al, 2005).

Existen tres tipos de tornillos especificados por el fabricante para su utilización. El de 3 mm se recomienda para maderas frondosas, el de 4 mm se ha utilizado en diversos estudios en coníferas (Divos et al., 1999; Casado et al., 2005; Acuña et al., 2005) y el de 5 mm no se utiliza de forma considerable debido a que se necesita una mayor fuerza y su aplicación en obra posee una serie de dificultades como lo indica Basterra et al. (2006).

La longitud de la rosca del tornillo para todos los diámetros es de 18mm. Ramón et al (2005) concluyeron que introducir el tornillo hasta los 28 mm de profundidad resulta favorable para aquellos casos en que la madera no da indicios externos de degradación. Mientras que Casado et al. (2005) señala que la profundidad de penetración puede variar entre los 20 a 38mm.



Figura 4. 4 Extractor de tornillos
Fuente: Casado et al, 2005.

Basterra et al (2006) lograron constatar que existe una relación entre la densidad y el arranque de tornillo a través de la siguiente ecuación:

$$Densidad \left(\frac{g}{cm^3} \right) = \frac{1}{0,93 + \frac{2,47}{Fuerza\ de\ canto\ (kN)}} \quad (ec. 4.4)$$

Divos et al. (1999) pudieron establecer que existe una relación entre el módulo de rotura y una variable conjunta formada por la resistencia al arranque y la velocidad de propagación del ultrasonido, como se muestran en la ecuación (4.5).

$$MOR_{est} = 1,258 * F * V^2 + 36,9 \quad (\text{ec. 4.5})$$

Donde:

MOR_{est} = Modulo de rotura (MPa)

F = Resistencia al arranque de tornillo (kN)

V = velocidad de la onda (Km/s)

4.1.4 Resistografo

Este método se basa en la resistencia que la madera opone a la penetración de una broca que gira a velocidad constante mientras se introduce en la madera (Ramón et al., 2005). Se ha logrado establecer que a mayor densidad, mayor es la oposición del material al paso de la aguja, por ende mayor es el porcentaje de energía consumida (Acuña, 2007).

El equipo a través de un potenciómetro que se encuentra conectado al motor eléctrico que posee el equipo, mide la resistencia a la penetración de una aguja de acero de 1,5 mm de diámetro, cuyo agujero es tan pequeño que su efecto es inapreciable. La broca penetra hasta una profundidad de 50 cm a una velocidad constante, registrando el porcentaje de consumo de energía del motor que mueve el taladro. La anchura de la punta de la aguja (Figura 4.5) es dos veces el diámetro del vástago, midiendo 3 mm en el extremo útil de corte. Avanza a una velocidad constante de 30 cm/minuto, girando a 1.500 r.p.m.

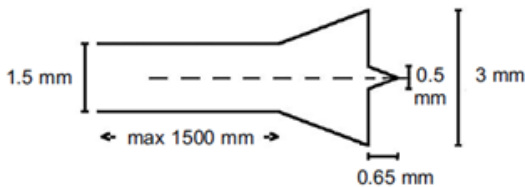


Figura 4. 5 Aguja resistografo

Fuente: Acuña, 2007

La resolución del método es tan alta, que se pueden detectar variaciones de densidad incluso entre los anillos de crecimiento (Ramón, et al 2005). Las medidas tomadas van saliendo en tiempo real a través de una pequeña impresora que reproduce los perfiles resistográficos a escala 1:1 a medida que la broca va penetrando el material. Estos mismos perfiles quedan guardados en una memoria que luego a través de un programa se pueden descargar y dejar en el computador (Figura 4.6), para posteriormente analizarlos detalladamente puesto que se registran 1000 medidas por cada centímetro penetrado.

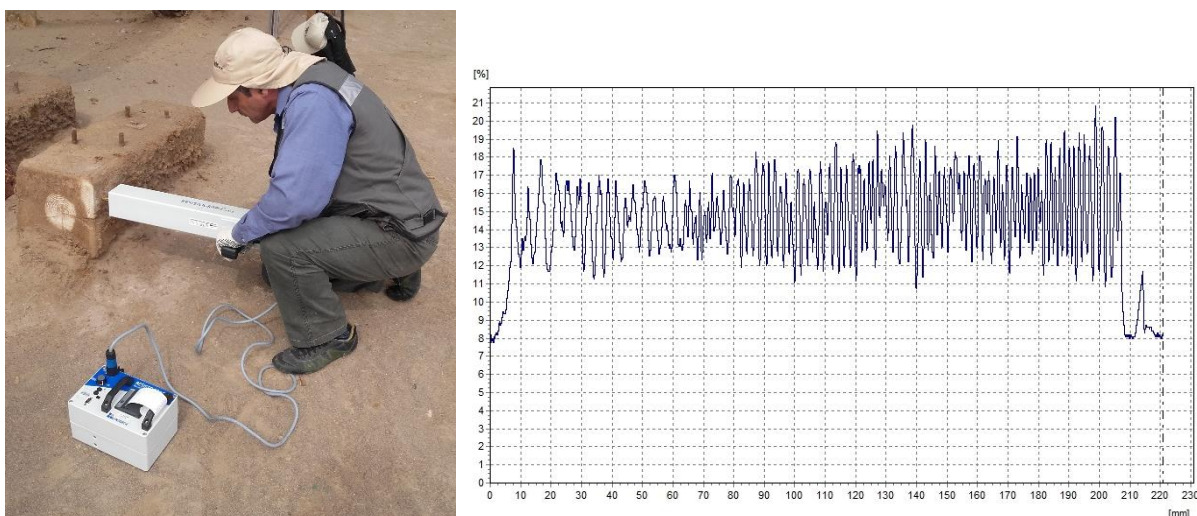


Figura 4. 6 Perfil resistográfico

Fuente: Elaboración propia

La geometría de la cabeza del resistografo permite que la aguja penetre a 90° , 35° o 45° respecto a la pieza ensayada (Álvarez et al, 2005). Los perfiles resistográficos obtenidos con un ángulo de 90° reflejan fielmente la geometría interna de la madera.

La resistencia que ofrece al avance de la aguja se relaciona con la densidad y es capaz de detectar los anillos de crecimiento al mostrar diferencias de densidad entre la madera de primavera y la de verano. De igual forma cuando la madera presenta un ataque por hongos la resistencia a la penetración disminuye significativamente hasta un nivel constante y cuando presenta un ataque por insectos la resistencia disminuye puntualmente a medida que el resistógrafo atraviesa las galerías producidas por ellos o sus larvas (Rodríguez I, 2009).

Diversos estudios avalan la utilización del resistógrafo como herramienta efectiva para la inspección de estructuras de madera y obtención de los valores de resistencia y densidad de la madera (Álvarez et al., 2005).

Investigaciones realizadas por Acuña et al. (2007), indican que existe una alta correlación entre la densidad de la madera y algunas variables resistográficas. La ecuación 4.6, presenta un modelo de regresión múltiple ajustado, que prescinde de la influencia de la especie de madera.

$$Densidad = 209,2 - 0,71 * VR_1 - 0,0018 * VR_2^2 - 1,61 * VR_3 + 1,83 * VR_4 \quad (\text{ec. 4.6})$$

Donde:

- VR_1 = Variable resistográfica 1. Corresponde al porcentaje respecto a la media total, de la diferencia entre el valor máximo absoluto y la media total de la población (Ecuación 4.7). Esta relación se establece en el intervalo resistográfico A, correspondiente a la totalidad de las mediciones realizadas.

$$VR_1 = \left(\frac{Máximo - V_{MED}}{V_{MED}} \right) * 100 \quad (\text{ec. 4.7})$$

La media total de la población (V_{MED}) puede expresarse de acuerdo a la ecuación 4.8, que representa el área total bajo la curva resistográfica por unidad de longitud penetrada (Figura 4.7).

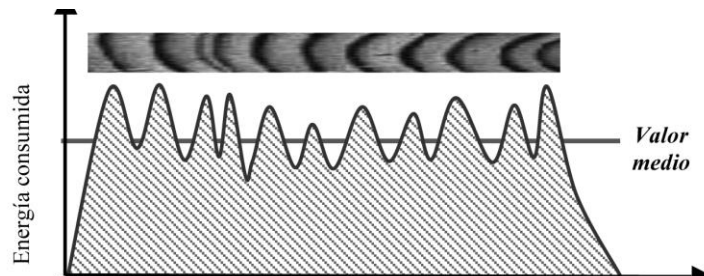


Figura 4. 7 Media total

Fuente: Acuña et al, 2003.

$$V_{MED} = \frac{\int_0^A f(x)}{OA} \quad (\text{ec. 4.8})$$

- VR_2 = Variable resistográfica 2. Representa el área total bajo la curva resistográfica por unidad de longitud penetrada y mide el consumo medio del equipo por centímetro penetrado. Así, el valor medio podría expresarse de acuerdo a la ecuación 4.9.

$$VR_2 = V_{MED} = \frac{\int_0^A f(x)}{OA} \quad (\text{ec. 4.9})$$

Esta relación se establece en el intervalo resistográfico A, correspondiente a la totalidad de las mediciones

- VR_3 = Variable resistográfica 3. Representa la diferencia entre el valor máximo absoluto (Figura 4.8a) y el valor medio de los máximos (Figura 4.8b). Dicha diferencia se encuentra expresada en la ecuación 4.10.

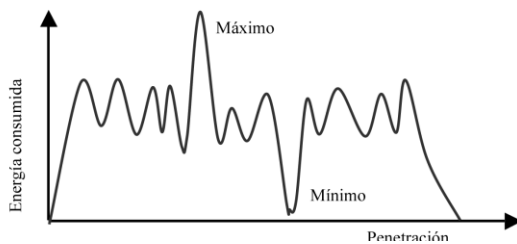


Figura 4. 8 a) máximos y mínimos absolutos

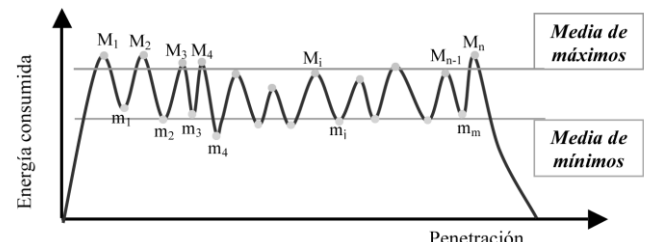


Figura 4. 8 b) Media de máximos y mínimos

$$VR_3 = (Máx - \text{Media de Máximos}) \quad (\text{ec. 4.10})$$

El valor medio de los máximos puede expresarse de acuerdo a la ecuación 4.11.

$$\text{Media de Máximos} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{n} \quad (\text{ec. 4.11})$$

Esta relación se establece en el intervalo resistográfico B, que considera las mediciones excluidos el primer y último centímetro del resistograma de cada muestra.

- VR_4 = Variable resistográfica 4. Corresponde al valor máximo absoluto. Este valor se establece en el intervalo resistográfico B, que considera las mediciones excluidos el primer y último centímetro del resistograma de cada muestra.

El uso de estas herramientas en conjunto con la complementación de una inspección visual ayuda a mejorar la predicción de las propiedades mecánicas o para detectar discontinuidades en el material.

La mayor parte de estas y otras técnicas no destructivas basadas en diferentes fundamentos, tratan de establecer relaciones que permitan mejorar la capacidad de predicción de las propiedades físicas y mecánicas de la madera (Herrero, 2007).

4.1.5 Datalogger

El datalogger (figura 4.9) es un dispositivo electrónico que registra datos en el tiempo o en relación a la ubicación por medio de sensores propios o conectados externamente. Por lo general son pequeños, portátiles, y equipados con una memoria interna para almacenamiento de datos.



Figura 4. 9 Data Loggers ESCRORT RH iLog

Fuente: Elaboración propia

Uno de los principales beneficios del uso de registradores de datos es la capacidad para recopilar automáticamente datos en intervalos de 5 segundos, hasta cada 24 horas.

Poseen una precisión de $\pm 0.35\%$ y resolución de 0.1°C . Tras la activación, los registradores de datos normalmente se dejan sin vigilancia para medir y registrar la información durante toda la duración del período de seguimiento. Esto permite una visión global y precisa de las condiciones ambientales, tales como la temperatura del aire y la humedad relativa.

Una vez recopilados los datos, estos se visualizan en el computador a través de un software el cual entrega un resumen con la hora en la que comenzó y finalizó su tarea, el intervalo de muestreo, la cantidad de lecturas registradas, el rango de temperatura y humedad relativa, las lecturas más altas, bajas y promedio. Además permite ver la lista completa de lecturas, gráficos en 2D y estadísticas.

La temperatura y humedad relativa juegan un papel muy importante en la madera. Esto porque al ser un material higroscópico intercambia constantemente vapor de agua con la atmosfera que la rodea, de tal forma que a cada pareja de temperatura y humedad relativa, le corresponde un contenido de humedad, denominado humedad de equilibrio higroscópico (HEH) (Morales, 2003).

Kollmann (1959) comprobó que la humedad de equilibrio higroscópico es prácticamente constante para todas las especies de maderas, elaborando un ábaco (Figura 4.10) que en función de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y la humedad relativa del aire (%) se obtienen las curvas de HEH de la madera.

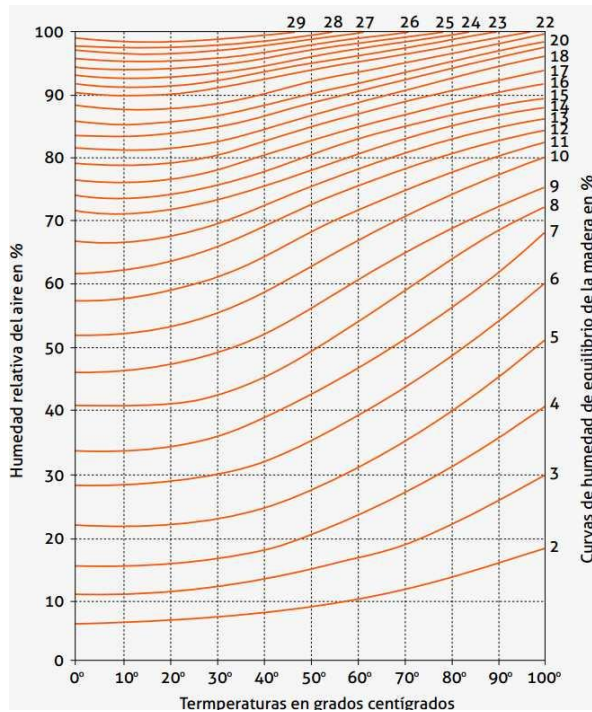


Figura 4. 100 Abaco de Kollman

Fuente: Departamento de Madera y Mueble. Instituto Virgen de la Paloma. Madrid

Capítulo 5: Materiales y métodos

5.1 Información previa

A través de los distintos departamentos de la Municipalidad de Iquique y del consejo de monumentos nacionales se recopilaban los datos relevantes relacionados con la Torre del Reloj.

5.2 Metodología

Como metodología se utilizó la propuesta por Basterra et al, 2005. Dicha metodología establece tres niveles de análisis (Figura 5.1), que son inspección básica, inspección instrumental y análisis estructural. De los niveles mencionados anteriormente solo se utilizaron los dos primeros.

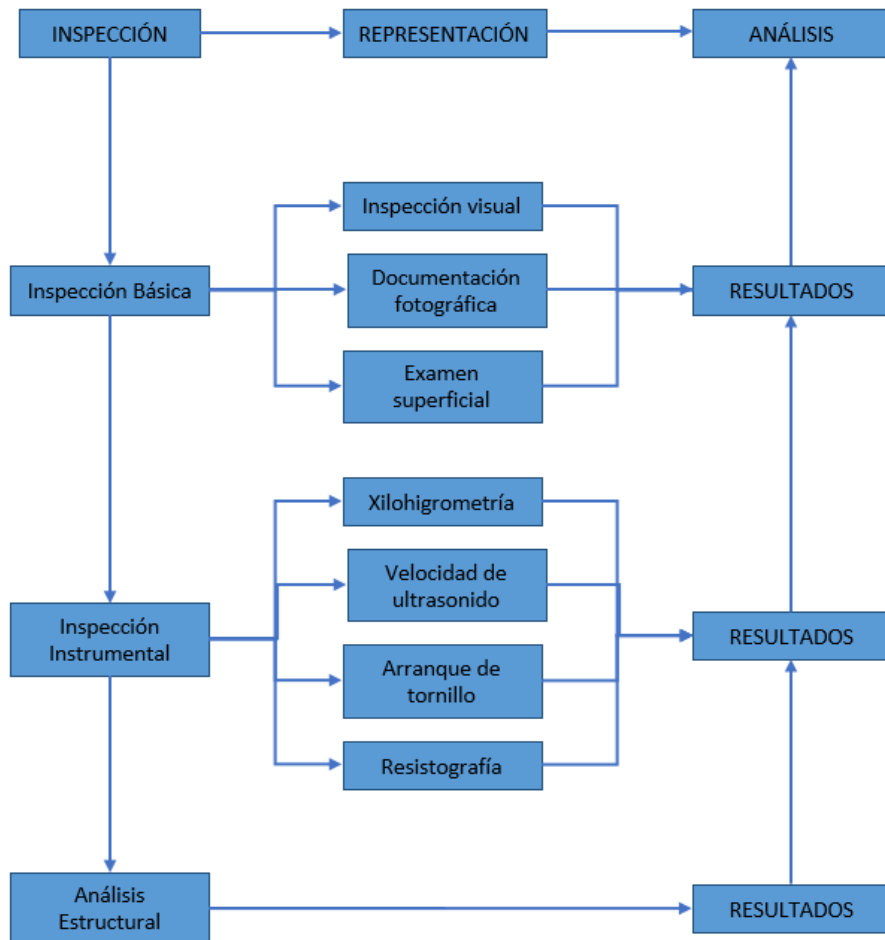


Figura 5. 1 Niveles de inspección

Fuente: Basterra et al (2005)

5.2.1 Inspección básica

a) Inspección visual

Se utilizaron fichas de inspección donde se dejó registro de todo lo que se observó, indicando el tipo de daño y su intensidad, además de una descripción fotográfica del elemento inspeccionado.

b) Documentación fotográfica

Se utilizó una cámara fotográfica (Figura 5.2) para el registro de todos los elementos inspeccionados.



Figura 5. 2 Cámara fotográfica

c) Examen superficial

Para cada agente se definieron tres grados de intensidad (bajo, medio, alto) los que se describen en la siguiente tabla:

Tabla 5.1 Grado de intensidad del ataque por Mohos

Grado de intensidad del ataque por Mohos	Descripción
Bajo	Presencia de manchas en la superficie del elemento
Medio	Presencia de hifas y estados miceliarios en la superficie del elemento
Alto	Presencia de hifas, micelios y cuerpos fructíferos en el elemento.

Tabla 5.2 Grado de intensidad de ataque por hongos de pudrición

Grado de intensidad de ataque por hongos de pudrición	Descripción
Bajo	Presencia de coloraciones blancas y pardas en la superficie del elemento
Medio	Presencia de coloraciones y pérdida de dureza
Alto	Agrietamiento o disgregación del elemento

Tabla 5.3 Grado de intensidad de ataque por insectos de ciclo larvario

Grado de intensidad de ataque por insectos de ciclo larvario	Descripción
Bajo	Presencia de orificios dispersos, sin desprendimiento de madera y soporte al punzonamiento
Medio	Gran cantidad de orificios, sin desprendimiento de madera, leve resistencia al punzonamiento
Alto	Gran cantidad de orificios (tipo tiro de munición) desprendimiento de fragmentos de madera, con galerías a la vista, nula resistencia al punzonamiento y disgregación de la madera en los dedos (polvillo)

Tabla 5.4 Grado de intensidad de ataques por insectos de ciclo social

Grado de intensidad de ataques por insectos de ciclo social	Descripción
Bajo	No existen deformaciones y bien soporte al punzonamiento
Medio	Algunas deformaciones, presencia de fisuras, desprendimiento y leve resistencia al punzonamiento
Alto	Deformación severa, fisuras, desprendimientos, galerías a la vista y nula resistencia al punzonamiento

Tabla 5.5 Grado de intensidad de ataque por hongos cromógenos

Grado de intensidad de ataque por hongos cromógenos	Descripción
Bajo	Presencia de coloraciones en la superficie del elemento
Medio	Presencia de coloración por hifas pigmentadas en la superficie del elemento
Alto	Presencia de hifas, micelios y cuerpos fructíferos en el elemento

Tabla 5. 6 Grado de humedad

Grado humedad	Descripción
Bajo	< 20%
Medio	Entre un 20-26%
Alto	>27%

5.2.2 Inspección instrumental

Los equipos utilizados para la toma de muestras, se calibraron y pusieron a prueba previamente en laboratorio. Para esto se utilizó madera de Pino Oregón proveniente de demolición, la que fue sometida a todos los ensayos que se realizaron posteriormente en la Torre de Iquique.

a) Xilohigrómetro

Como lo establece la NCh 176/1, el xilohigrómetro debe ser calibrado, es por eso que se utilizó el método de secado en estufa, para luego hacer una comparación de los datos obtenidos en laboratorio y los recopilados en terreno.

Equipos para secado

- Balanza, capaz de pesar con una precisión de 0,0001g
- Estufa de secado, con circulación de aire, regulable a $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Desecador, provisto de un deshidratante adecuado

Las probetas se seleccionaron de acuerdo a lo señalado en la NCh 968, las cuales se cortaron en forma de prisma recto de sección cuadrada de 25 mm por lado y una longitud de 100 mm medida a lo largo de las fibras. Posteriormente se pesaron en la balanza y se midió el contenido de humedad con el xilohigrómetro, marca Wood Moisture Meter Mwd-14 (Figura 5.3).



Figura 5. 3 Pesaje y medición de contenido de humedad con xilohigrómetro

Fuente: Elaboración propia

Luego todas las probetas se dejaron durante 24 h en la estufa de secado para lograr masa constante. Transcurrido el tiempo, se dejaron enfriar en un desecador y se pesaron en la balanza nuevamente, para determinar la diferencia entre el porcentaje de humedad obtenido a través del secado por estufa y xilohigrómetro (Figura 5.4).



Figura 5. 4 Secado en estufa, desecador y balanza

Fuente: Elaboración propia

b) Extractor de tornillos

Se utilizaron 3 probetas para los ensayos de extracción de tornillos (Figura 5.5), a las que se les midió la fuerza de canto en las cuatro caras perpendiculares a la fibra.



Figura 5. 5 Extractor de tornillos y probetas

Fuente: Elaboración propia

La evaluación mediante extracción de tornillo se realizó utilizando un equipo Fakopp Enterprise de 5 kN de capacidad. Se utilizaron tornillos de 4 mm de diámetro, los que fueron introducidos perpendiculares a la fibra con la finalidad de producir una fuerza de arranque en las fibras situadas a una profundidad de 18 mm.

c) Resistografo

Los ensayos de resistografía se realizaron en las mismas probetas donde se utilizó el extractor de tornillo. El equipo empleado en las mediciones fue el resistografo de la casa comercial alemanda RINN-TECH; modelo RESISTOGRAPH® 4453 (Figura 5.5).



Figura 5. 6 Equipo resistográfico

Se realizaron 2 ensayos por probeta en la misma cara, para comparar los resultados.

d) Ultrasonido

La puesta a punto con el ultrasonido se realizó utilizando distintas piezas de Pino Oregón, unas sanas y otras deterioradas (Figura 5.7), para medir la velocidad de propagación de la onda.



Figura 5. 7 Ultrasonido
Fuente: Elaboración propia

Las mediciones se realizaron de forma directa e indirecta, con una distancia entre transductores para mediciones longitudinales indirectas de 50 cm, para disminuir el efecto de la atenuación de la onda.

e) Determinación de las características del ambiente

El datalogger fue el único equipo que no tuvo una puesta a punto en laboratorio, debido a que este equipo no se calibra.

En terreno se utilizaron dataloggers "ESCORT RH iLog" para la determinación de la temperatura y humedad relativa.

Se dejaron operativos durante 3 días, tomando datos cada 10 minutos en la losa del primer nivel, en el segundo nivel, en la ojiva y en el tercer nivel.

Una vez recopilados todos los datos, se introdujeron en el ábaco de kollman para saber cuál es el contenido de humedad que debería tener la madera.

5.2.3 Elementos a evaluar

La toma de datos se realizó en los cinco niveles de la torre, incluida la ojiva (Figura 5.8). Se efectuaron mediciones en los principales elementos estructurales resistentes de la torre, los que se identificaron en la inspección básica.

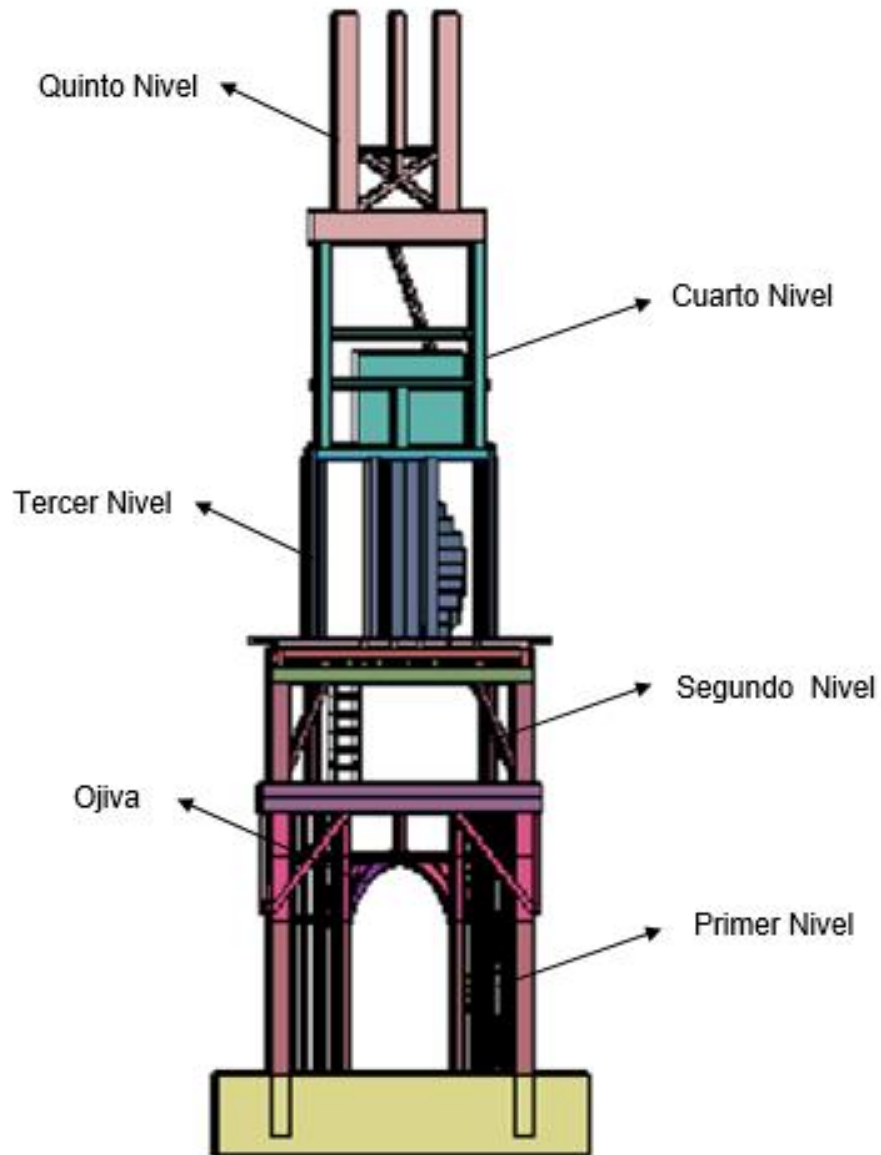


Figura 5. 8 Niveles Torre del Reloj de Iquique
Fuente: Elaboración propia

a) Primer nivel

En el primer nivel se identificaron cuatro elementos (Pilares) claves para la estructura resistente de la Torre. La figura 5.9 presenta la ubicación de estos elementos en la planta de estructura del primer nivel de la Torre.

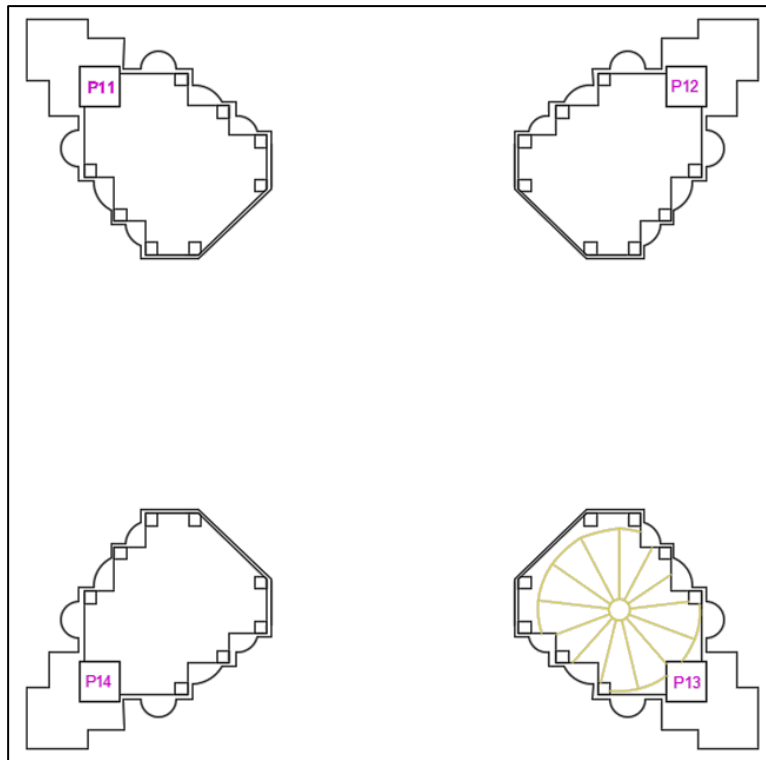


Figura 5. 9 Planta estructura primer nivel Torre del Reloj de Iquique

Fuente: Elaboración Propia

De estos cuatro pilares, sólo se realizaron mediciones a tres de ellos, siendo excluido de las mediciones el pilar P14, porque no se tuvo acceso.

Además la configuración de la Torre permitió el acceso a la unión del pilar P11 con la fundación de la torre. Bajo esta condición fue posible medir dos elementos verticales de sujeción y refuerzo, cuatro vigas de amarre y una diagonal de refuerzo de esta unión. La figura 5.10 presenta la planta bajo el primer nivel, con la ubicación de estos elementos inspeccionados.

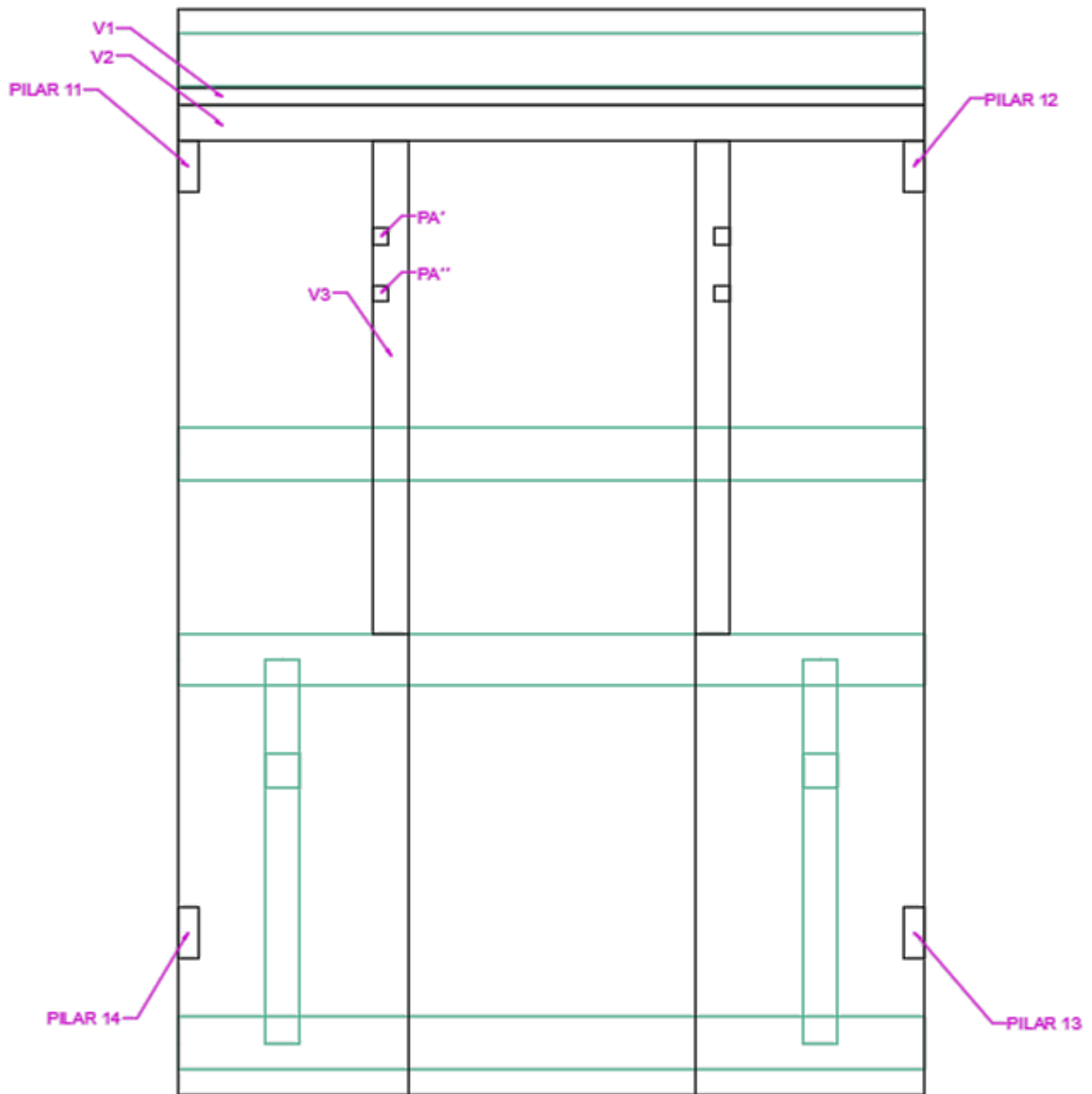


Figura 5. 10 Planta estructura bajo primer nivel

Fuente: Elaboración propia

b) Nivel entrepiso (Ojiva)

En este nivel fueron identificados los cuatro pilares principales que vienen desde el primer nivel, ocho pilares que van desde el primer nivel hasta el diafragma rígido del segundo nivel, ocho arcos (cerchas) que forman la ojiva propiamente, cuatro vigas que cruzan por la mitad y se unen en el centro de la ojiva, cuatro vigas perimetrales y dos

pilares centrales que separan la base de la ojiva con la base del segundo nivel. La figura 5.11 presenta la ubicación de estos elementos en la planta de estructura de este nivel. Los elementos evaluados corresponden a cuatro vigas, diez pilares y 8 arcos.

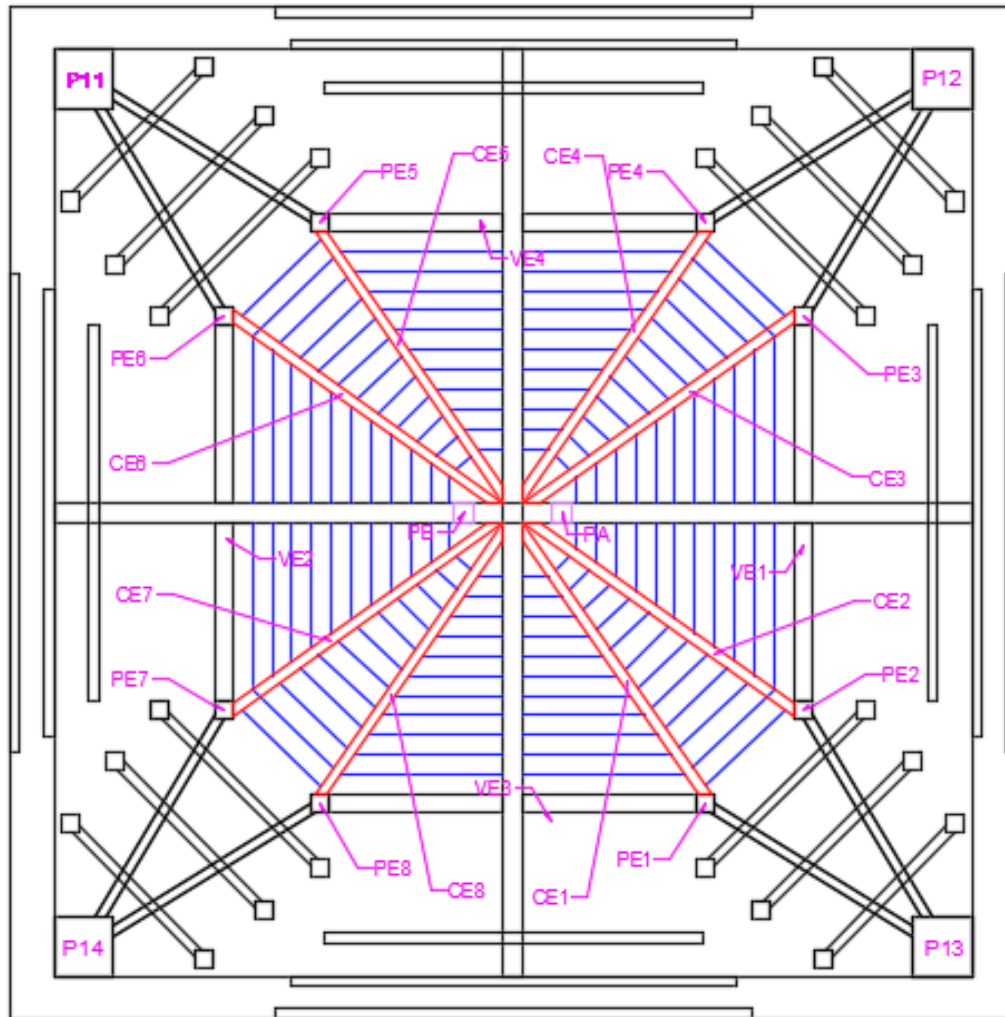


Figura 5. 11 Planta estructura nivel entresuelo Torre del Reloj de Iquique

Fuente: Elaboración propia

c) Segundo nivel

En el segundo nivel fueron identificados 4 pilares externos que vienen desde el primer nivel, 4 Pilares internos que van desde el segundo nivel hasta la base del cuarto nivel y 2 Vigas que cruzan de un extremo a otro el cielo del segundo nivel (planta tercer nivel de la

torre). De estos elementos se evaluaron los 4 pilares internos y las dos vigas. La figura 5.12 presenta la ubicación de estos elementos en la planta de estructura del segundo nivel de la Torre.

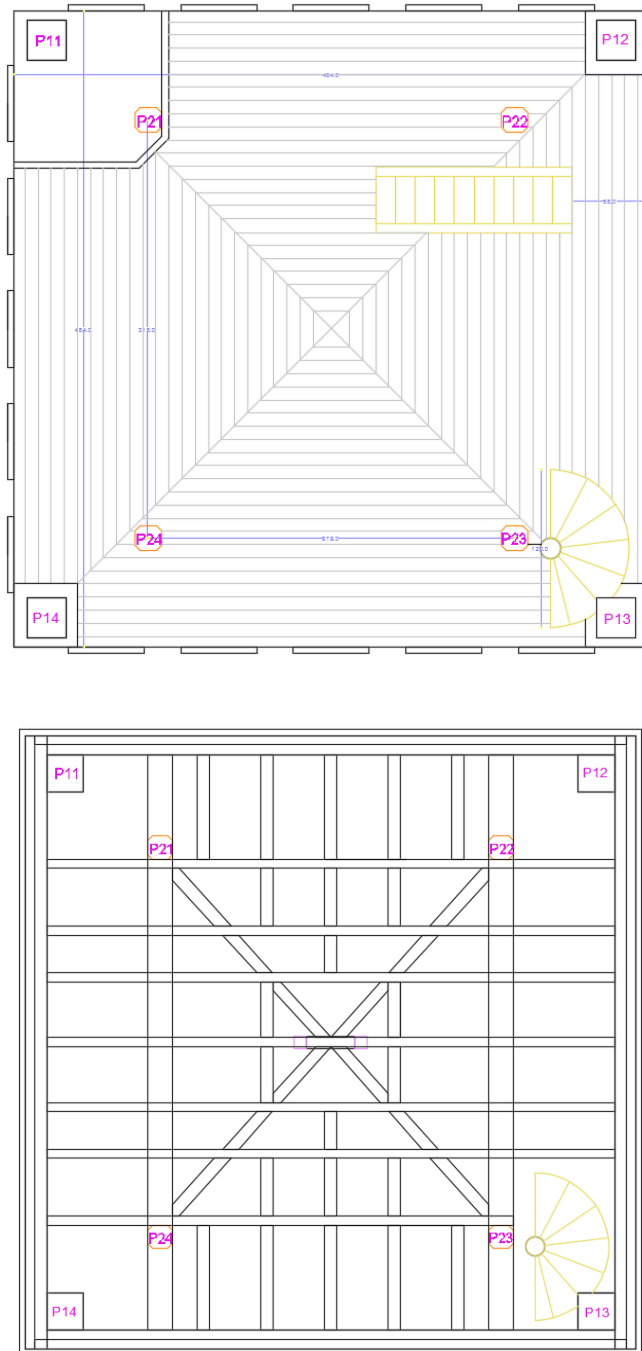


Figura 5. 12 Planta estructura segundo nivel Torre del Reloj de Iquique

Fuente: Elaboración propia

d) Tercer nivel

En el tercer nivel fueron identificados cuatro Pilares, considerados claves para la estructura resistente de la Torre, que vienen del segundo nivel. Además fueron identificados ocho pilares que permiten sostener las vigas y diafragma rígido del cuarto nivel. La figura 5.13 presenta la ubicación de estos elementos en la planta de estructura del tercer nivel de la Torre.

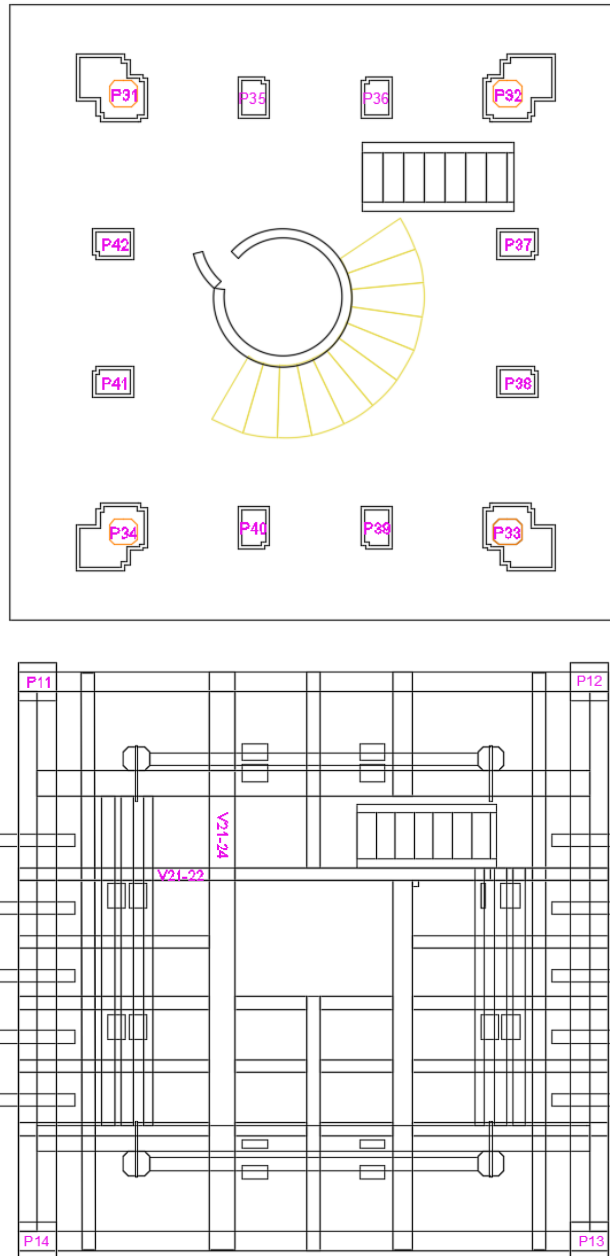


Figura 5. 13 Planta estructura tercer nivel Torre del Reloj de Iquique

Fuente: Elaboración propia

e) Cuarto nivel

En el cuarto nivel fueron identificados seis elementos (4 Pilares y 2 Vigas), La figura 5.14 presenta la ubicación de estos elementos en la planta de estructura del cuarto nivel de la Torre.

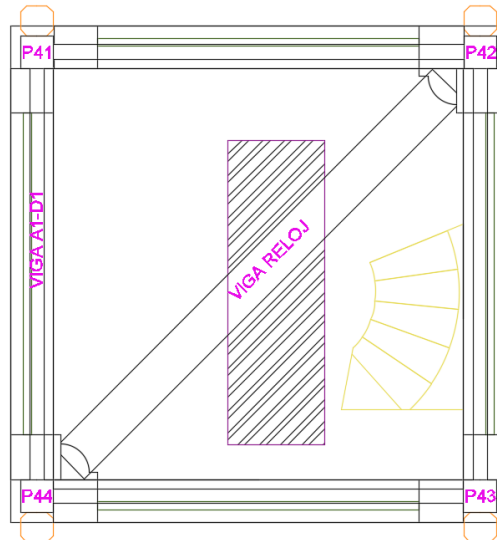


Figura 5. 14 Planta estructura cuarto nivel Torre del Reloj de Iquique

Fuente: Elaboración propia

f) Quinto nivel

En el quinto nivel fueron identificados cuatro pilares, considerados claves para la estructura resistente de la Torre. La figura 5.15 presenta la ubicación de estos elementos en la planta de estructura del quinto nivel de la Torre.

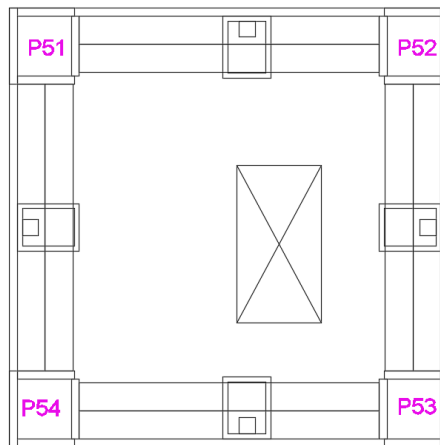


Figura 5. 15 Planta estructura quinto nivel Torre del Reloj de Iquique

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 6: Presentación y Análisis de Resultados

6.1 Presentación de resultados

De las piezas estructurales descritas en el capítulo anterior, se presenta el número de mediciones realizadas a través de los dos niveles de inspección, los resultados obtenidos y el respectivo análisis de los resultados.

6.1.1 Identificación de elementos inspeccionados

Los elementos identificados en la torre a través de la inspección básica se presentan en la tabla 6.1 junto con el número de mediciones realizadas en la inspección instrumental mediante xilohigrómetro, ultrasonido, extractor de tornillo, resistógrafo y dataloggers.

Tabla 6. 1 Numero de mediciones por nivel

Nivel	Elemento	N° Insp. Basica		N° Mediciones Inspeccion Instrumental					
		Registro Fotografico	Inspeccion Visual	Ultrasonido	Extractor de tornillo	Resistografo	Xilohigrometro	Datalogger	
Primer nivel	Pilar 11 (P ₁₁)	2	1	2	3	3	3	434	
	Pilar 12 (P ₁₂)	1	1	1	1	1	1		
	Pilar 13 (P ₁₃)	2	1	2	2	2	2		
	Pilar 11A (P _{11A})	1	1	1	1	1	1		
	Pilar 11B (P _{11B})			1	1	1	1		
	Viga 11A (V _{11A})	1		1	1	1	1		
	Viga 11B (V _{11B})			1	1	1	1		
	Viga 11C (V _{11C})			1	1	1	1		
	Viga 11D (V _{11D})	1		1	1	1	1		
	Diagonal (D)			1	1	1	1		
Nivel entrepiso	Viga E1 (V _{E1})	10		1	1	1	2	1	434
	Viga E2 (V _{E2})				1		2	1	
	Viga E3 (V _{E3})				1		1	1	
	Viga E4 (V _{E4})		1		1	1	1		
	Pilar E1 (P _{E1})		1			1	1		
	Pilar E2 (P _{E2})		1			1	1		
	Pilar E3 (P _{E3})		1		1	1	1		

Nivel	Elemento	N° Insp. Basica		N° Mediciones Inspeccion Instrumental				Datalogger
		Rgistro Fotografico	Inspeccion Visual	Ultrasonido	Extractor de tornillo	Resistografo	Xilohigrometro	
Nivel entresiso	Pilar E4 (P _{E4})	10	1	1	1	1	1	434
	Pilar E5 (P _{E5})			1	1	1	1	
	Pilar E6 (P _{E6})			1	1	1	1	
	Pilar E7 (P _{E7})			1		1	1	
	Pilar E8 (P _{E8})			1		1	1	
	Cercha E1 (E ₁)			1		1	1	
	Cercha E2 (E ₂)			1		1	1	
	Cercha E3 (E ₃)			1	1	1	1	
	Cercha E4 (E ₄)			1	1	1	1	
	Cercha E5 (E ₅)			1	1	1	1	
	Cercha E6 (E ₆)			1	1	1	1	
	Cercha E7 (E ₇)			1		1	1	
	Cercha E8 (E ₈)			1		1	1	
	Pilar A (PA)					1	1	
	Pilar B (PB)					1	1	
Segundo nivel	Pilar 21 (P ₂₁)				1	1	1	434
	Pilar 22 (P ₂₂)	3	1	1	5	5	1	
	Pilar 23 (P ₂₃)	2	1	1	6	6	1	
	Pilar 24 (P ₂₄)	2	1	1	6	7	1	
	Viga 21-22			1	2	3	1	
	Viga 23-24			1	2	2	1	
Tercer nivel	Pilar 31 (P ₃₁)	4	1			3	3	434
	Pilar 32 (P ₃₂)					3	3	
	Pilar 33 (P ₃₃)					2	1	
	Pilar 34 (P ₃₄)					2	1	
	Pilar 35 (P ₃₅)					2	1	
	Pilar 36 (P ₃₆)					3	1	
	Pilar 37 (P ₃₇)					2	1	
	Pilar 38(P ₃₈)					4	1	
	Pilar 39(P ₃₉)					3	1	
	Pilar 40(P ₄₀)					2	1	
	Pilar 41(P ₄₁)					3	1	
	Pilar 42(P ₄₂)					3	1	

Cuarto nivel	Pilar 41(P ₄₁)	2	1			1	1	
	Pilar 42(P ₄₂)					1	1	
	Pilar 43(P ₄₃)							
	Pilar 44(P ₄₄)					1	1	
	Viga A1-D1					2	1	
	VIGA RELOJ					1	1	
Quinto nivel	Pilar 51(P ₅₁)	3	1			1	1	
	Pilar 52(P ₅₂)					1	1	
	Pilar 53(P ₅₃)					1	1	
	Pilar 54(P ₅₄)					1	1	
TOTAL N° INSPECCION		34	11	37	45	103	66	1736

Fuente: Elaboración propia

6.1.2 Presentación de resultados de inspección básica

La información recopilada mediante fichas de inspección (Anexo A), fue detallada tomando en consideración los parámetros descritos en la sección 5.2.1, ítems c.

La tabla 6.2 presenta los resultados obtenidos de la inspección realizada para la presencia de mohos, hongos de pudrición, insectos de ciclo larvario, insectos sociales, humedad, exposición al sol, fuego y otros.

Tabla 6. 2 Resultados inspección básica

INSPECCIÓN BÁSICA																									
Elementos	Mohos			Hongos			Ins. Larvario			Ins. Sociales			Humedad			Exposición al sol			Fuego			Otros			
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	
Pilar 11			X			X			X			X			X										
Pilar 12								X			X				X										
Pilar 13								X			X		X												
Interior P11			X			X			X			X			X										
Ojiva		X			X						X		X										X		
Pilar P22								X			X		X		X										
Pilar P23								X			X		X		X										
Pilar P24								X			X		X		X										
Tercer nivel				X						X					X		X							X	
Cuarto nivel										X					X										
Quinto nivel															X		X								X

B:Bajo M:Medio A:Alto

Fuente: Elaboración propia

6.1.3 Presentación de resultados de inspección instrumental

La información recopilada de las mediciones realizadas mediante las TND implementadas, fue obtenida de acuerdo a los siguientes criterios:

- Velocidad de propagación de ondas: esta velocidad fue estimada mediante la ecuación 4.2.
- Densidad tipo 1: Fue estimada mediante la ecuación 4.4, que considera la fuerza de arranque de los tornillos.
- Densidad tipo 2: Fue estimada mediante la ecuación 4.6, que considera las variables resistográficas obtenidas desde el perfil resistográfico.
- Humedad: Los valores de humedad fueron obtenidos directamente desde las mediciones realizadas con el Xilohigrómetro.
- Temperatura: Los valores de temperatura fueron obtenidos directamente desde las mediciones realizadas con los sensores Data Logger.
- Humedad relativa: Los valores de humedad relativa fueron obtenidos directamente desde las mediciones realizadas con los sensores Data Logger

La tabla 6.3, presenta los resultados obtenidos del análisis realizado para la estimación de la velocidad de propagación de ondas, la densidad tipo 1, la densidad tipo 2, y la humedad. Se presentan los valores promedio y coeficiente de variación para cada elemento, cuando el número de mediciones es mayor a 1 o los valores individuales cuando esta condición no se cumple.

Tabla 6. 3 Resultados mediante ultrasonido, extractor de tornillo, resistografo y xilohigrómetro

N°	Descripción	Ultrasonido		Extractor de tornillo		Resistografo		Xilohigrometro	
		Velocidad Ultrasonido (m/s)	CV(%)	Densidad tipo 1 (Kg/m3)	CV(%)	Densidad tipo 2 (Kg/m3)	CV(%)	Humedad (%)	CV(%)
1	Pilar 11 (P11)	3859	0,30%	309	8,40%	384	4,10%	28%	7,10%
2	Pilar 12 (P12)	2864	N/A	381	N/A	388	N/A	24%	N/A
3	Pilar 13 (P13)	4321,5	0,20%	500	4,60%	410	1,80%	20%	3,60%
4	Pilar 11A (P11A)	1914	N/A	352	N/A	387	N/A	35%	N/A
5	Pilar 11B (P11B)	3876		337	N/A	388	N/A	30%	N/A

N°	Descripción	Ultrasonido		Extractor de tornillo		Resistografo		Xilohigrometro	
		Velocidad Ultrasonido (m/s)	CV(%)	Densidad tipo 1 (Kg/m3)	CV(%)	Densidad tipo 2 (Kg/m3)	CV(%)	Humedad (%)	CV(%)
6	Viga 11A (V11A)	4065	N/A	290	N/A	425	N/A	37%	N/A
7	Viga 11B (V11B)	5196	N/A	292	N/A	377	N/A	36%	N/A
8	Viga 11C (V11C)	1813	N/A	283	N/A	373	N/A	34%	N/A
9	Viga 11D (V11D)	3282	N/A	279	N/A	376	N/A	37%	N/A
10	Diagonal (D)	3444	N/A	311	N/A	396	N/A	35%	N/A
11	Pilar 21 (P21)			479	N/A	405	N/A	27%	N/A
12	Pilar 22 (P22)	5025	N/A	458	10,10%	409	5,60%	26%	N/A
13	Pilar 23 (P23)	3296	N/A	319	6,10%	431	10,10%	32%	N/A
14	Pilar 24 (P24)	5330	N/A	459	2,40%	485	5,00%	20%	N/A
15	Viga 21-22	3224	N/A	446	26,10%	396	8,00%	19%	N/A
16	Viga 23-24	5631	N/A	470	4,10%	405	5,10%	18%	N/A
17	Viga E1 (VE1)	5313	N/A	338	N/A	420	3,40%	32%	N/A
18	Viga E2 (VE2)	4095	N/A			392	1,30%	33%	N/A
19	Viga E3 (VE3)	4504	N/A			396	N/A	27%	N/A
20	Viga E4 (VE4)	4621	N/A	263	N/A	405	N/A	30%	N/A
21	Pilar E1 (PE1)	5405	N/A			394	N/A	27%	N/A
22	Pilar E2 (PE2)	5258	N/A			389	N/A	27%	N/A
23	Pilar E3 (PE3)	4980	N/A	380	N/A	375	N/A	31%	N/A
24	Pilar E4 (PE4)	4009	N/A	165	N/A	397	N/A	34%	N/A
25	Pilar E5 (PE5)	4045	N/A	342	N/A	369	N/A	18%	N/A
26	Pilar E6 (PE6)	3268	N/A	344	N/A	391	N/A	24%	N/A
27	Pilar E7 (PE7)	4500	N/A			436	N/A	27%	N/A
28	Pilar E8 (PE8)	4638	N/A			392	N/A	27%	N/A
29	Cercha E1 (E1)	4930	N/A			360	N/A	21%	N/A
30	Cercha E2 (E2)	4452	N/A			387	N/A	21%	N/A
31	Cercha E3 (E3)	4753	N/A	281	N/A	394	N/A	20%	N/A
32	Cercha E4 (E4)	4921	N/A	352	N/A	363		22%	N/A
33	Cercha E5 (E5)	5165	N/A	285	N/A	393		21%	N/A
34	Cercha E6 (E6)	4960	N/A	327	N/A	360		21%	N/A
35	Cercha E7 (E7)	5800	N/A			384		21%	N/A
36	Cercha E8 (E8)	5005	N/A			401		21%	N/A
37	Pilar A (PA)					380		27%	N/A
38	Pilar B (PB)					420		27%	N/A

N°	Descripción	Ultrasonido		Extractor de tornillo		Resistografo		Xilohigrometro	
		Velocidad Ultrasonido (m/s)	CV(%)	Densidad tipo 1 (Kg/m3)	CV(%)	Densidad tipo 2 (Kg/m3)	CV(%)	Humedad (%)	CV(%)
39	Pilar 31 (P31)					378	6,10%	19%	3,00%
40	Pilar 32 (P32)					384	7,10%	29%	41,80%
41	Pilar 34 (P34)					367	0,90%	20%	N/A
42	Pilar 35 (P35)					345	3,50%	33%	N/A
43	Pilar 36 (P36)					355	15,30%	30%	N/A
44	Pilar 37 (P37)					313	25,00%	30%	N/A
45	Pilar 38(P38)					319	10,90%	30%	N/A
46	Pilar 39(P39)					369	4,50%	37%	N/A
47	Pilar 40(P40)					330	10,70%	20%	N/A
48	Pilar 41(P41)					347	9,50%	30%	N/A
49	Pilar 42(P42)					365	1,40%	20%	N/A
50	Pilar 41(P41)					428	N/A	21%	N/A
51	Pilar 42(P42)					307	N/A	23%	N/A
52	Pilar 44(P44)					387	N/A	23%	N/A
53	VIGA A1-D1					366	11,00%	22%	N/A
54	VIGA RELOJ					385	N/A	21%	N/A
55	Pilar 51(P51)					414	N/A	27%	N/A
56	Pilar 52(P52)					389	N/A	25%	N/A
57	Pilar 53(P53)					363	N/A	27%	N/A
58	Pilar 54(P54)					401	N/A	26%	N/A

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6.4 se muestran la temperatura y humedad relativa obtenida con los data loggers en la parte interna del primer nivel del pilar 11, en la ojiva y también en el segundo y tercer nivel de la torre.

Tabla 6. 4 Temperatura y humedad relativa

Descripción		2 nivel	3 nivel	Ojiva	Pilar 11 (P11)
Muestreo		10 Minutos	10 Minutos	10 Minutos	10 Minutos
Lecturas		434 (4330 Minutos)	434 (4330 Minutos)	434 (4330 Minutos)	434 (4330 Minutos)
Temperatura (°C)	Media	18.4	17.4	18.5	21.3
	Superior	21.7	22.2	20.7	21.9
	Inferior	16.8	15.1	16.8	20.2
Humedad (%RH)	Media	70.1	74.7	75.8	75.9
	Superior	78.1	88.2	83.5	86.3
	Inferior	59.6	57.5	67.9	67.6

Fuente: Elaboración propia

6.2 Análisis de resultados

De los datos obtenidos a través de la inspección básica e instrumental se logró determinar lo siguiente:

6.2.1 Análisis de resultados inspección básica

Con la inspección visual, documentación fotográfica y exámenes superficiales, se pudo establecer que en todos los niveles de la torre existe presencia de insectos sociales, los que no se encuentran activos. En la parte interna del primer nivel y la ojiva se encontró una gran cantidad de hongos, esto atribuido al alto contenido de humedad existente en ese sector. La presencia de coleópteros no es significativa en ninguno de los niveles, al igual que los daños producidos por la exposición al sol. Los niveles superiores de la torre, que quedan a la intemperie poseen excremento de aves, lo que no permitió ver en detalle todas las piezas de madera.

La clasificación visual para uso estructural descrita en la NCh 1970/2 para Pino Oregón, establece que para los grados 1, 2,3 o 4, la madera debe estar libre de perforaciones, pudrición y evidencia de madera de reacción, lo que no es aplicable a la madera de la Torre, ya que esta en todos los elementos internos del primer nivel de la torre y la ojiva poseen en cierto grado pudrición. También se establece que las grietas superficiales de la madera no deben tener longitudes mayores a 600 mm, ni ancho superior a 2 mm para un grado estructural N°4, lo que tampoco es aplicable a la torre, por que como se puede ver en la imagen 6.1, las grietas que se observan desde el primer al segundo nivel sobrepasan los rangos que establece la norma.



Figura 6. 1Grieta Pilar de la Torre
Fuente: Elaboración propia

Tomando en consideración la Norma NCh 1198, la madera de la torre posee un agrupamiento de especie E5, debido al contenido de humedad que tiene. No es posible asignarle una clase estructural, ya que no cumple con los grados estructurales, descritos anteriormente.

6.2.2 Análisis de resultados inspección instrumental

Los valores obtenidos con las diferentes TND, fueron analizados una vez corregidas sus humedades; como se mencionó en el capítulo 3.5.2 la resistencia mecánica varía sensiblemente según el contenido de humedad.

Las humedades registradas en los distintos niveles con el xilohigrómetro reflejan que un 64% de las mediciones están bajo el PSF (Grafico 6.1). La madera que dio un contenido

de humedad mayor, es la que se encuentra en la el primer nivel de la torre, con un 60% de las mediciones sobre el PSF exactamente los elementos que están bajo el pilar 11.

CONTENIDO DE HUMEDAD

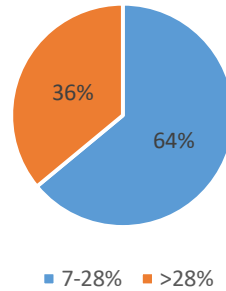


Gráfico 6. 1 Porcentaje contenidos de humedad
Fuente: Elaboración propia

La temperatura y humedad relativa del aire, registrada a través de los Dataloggers en los distintos niveles muestran que las temperaturas (Gráfico 6.2) obtenidas durante los tres días, vario entre los 15,7°C y los 22,2°C. Siendo el primer nivel el que registro las temperaturas más altas y constantes.

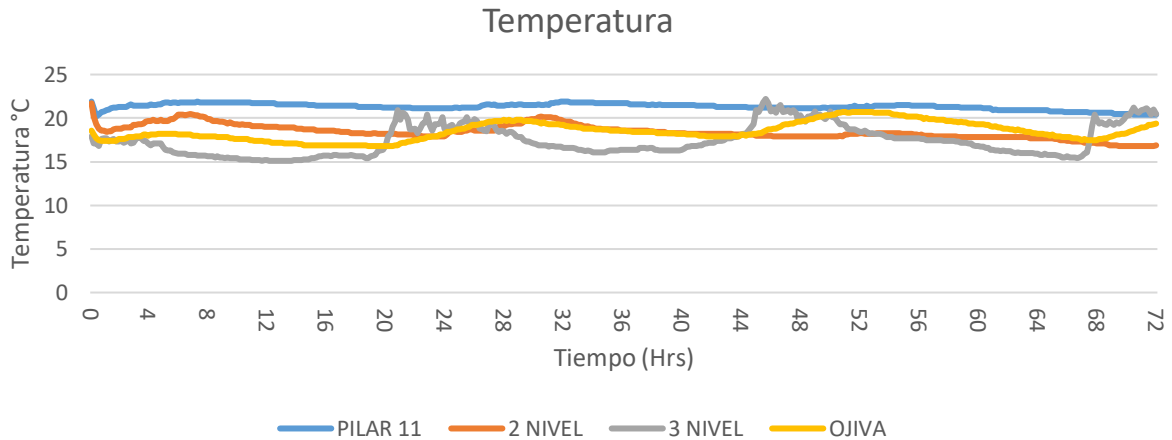


Gráfico 6. 2 Temperatura ambiente
Fuente: Elaboración propia

Las humedades registradas (Grafico 6.3), fluctuaron entre el 57,5% y el 88,2% de RH. Siendo el primer nivel de la torre el que presento el menor coeficiente de variación, tan solo un 2,8% en los tres días.

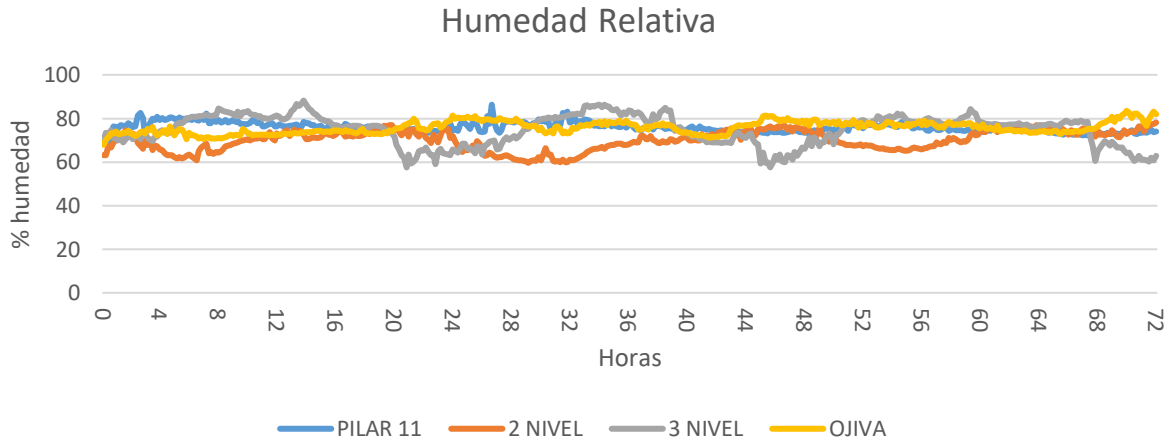


Grafico 6. 3 Humedad relativa

Fuente: Elaboración propia

Utilizando el ábaco de Kollman, se pudo determinar que el contenido de humedad que debería tener la madera es entre un 12-20%, lo que se contradice con las mediciones hechas con el xilohigrómetro, el que arrojó porcentajes mayores de contenido de humedad. Esta diferencia se puede relacionar a la existencia de agua en los alrededores de la torre producto de las áreas verdes y la pileta central que se encuentra en la Plaza Prat, lo que junto a la pendiente que tiene el terreno hace que esta agua llegue a los muros de hormigón que rodean la torre y el agua por capilaridad llegue a los niveles superiores.

Los valores de velocidad de propagación de la onda longitudinal fueron corregidos por humedad de acuerdo a la ecuación 4.3 (Riveros, 2010).

La tabla 6.5, presenta los valores promedio, el coeficiente de variación y las velocidades corregidas para una humedad del 12 %, considerada como la humedad de equilibrio, para los dos primeros niveles y el nivel del entresuelo.

Tabla 6. 5 Velocidades de propagación de ondas

Nivel	Velocidad promedio (m/s)	Coef. Var. (%)	Humedad promedio (%)	Velocidad corregida (m/s)
Primer nivel	3344	37,1	30	3432
Nivel entrepiso	4731	12,3	26	4920
Segundo nivel	4504	22,2	25	4652

Fuente: Elaboración propia

Tomando como referencia lo descrito por Ross y Hunt (2000), se pudo determinar que un 58% de los elementos corregidos por humedad poseen velocidades cercanas a los 5000(m/s) y tan solo el 8% se encuentra altamente deteriorado.

La totalidad de las piezas altamente deterioradas son las del primer nivel de la torre, exactamente las que se encuentran al interior del pilar P₁₁.

Para la definición de una densidad representativa de las piezas de madera evaluadas, se considera el análisis de la densidad obtenida mediante el perfil resistográfico, ya que arroja valores que reflejan adecuadamente el estado global del elemento.

La tabla 6.6, presenta los valores promedio y el coeficiente de variación de la densidad estimada para cada uno de los niveles de la Torre del Reloj. Se presentan además los valores promedio de densidad corregidos para cada nivel. Esta corrección fue realizada por medio de las ecuaciones 3.3 y 3.4 (Corma, 2003), que permite establecer el valor de densidad para un contenido de humedad del 12%, considerado como el valor de densidad "normal", para efectos de la comparación con la establecida por la normativa chilena.

Tabla 6. 6 Valores de densidad representativa por nivel

Nivel	Densidad promedio (Kg/m ³)	Coef. Var. (%)	Humedad promedio (%)	Densidad corregida (Kg/m ³)
Primer nivel	391	4,1	30	345
Nivel entrepiso	392	5,0	26	366
Segundo nivel	435	10,3	25	406
Tercer nivel	354	10,0	27	318
Cuarto nivel	373	11,6	22	360
Quinto nivel	392	5,6	26	372

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los valores de densidad obtenidos en los distintos niveles, con la densidad normal establecida para madera de Pino Oregón de acuerdo a la NCh 176/2 (436 Kg/m^3), se observa una disminución que va desde un 6,8% en el nivel 2 hasta un 27,1% en el tercer nivel. Dicha pérdida de densidad es atribuible a que existe una relación entre la densidad y la humedad; a mayor humedad, mayor es la densidad.

El hecho que las densidades sean tan bajas en el tercer nivel, se debe a que son secciones compuestas, las que al momento de ser analizadas registraban porcentajes de energía consumida 0% en los lugares donde se cambia de un elemento a otro, haciendo que la densidad obtenida sea menor.

En los elementos macizos, se determinó que el primer nivel es el que presenta una mayor pérdida de densidad con respecto a la establecida por norma, alcanzando un 20,8%. Esto se debe a que muchos de los elementos analizados están altamente deteriorados como se pudo observar mediante la inspección visual.

La estimación del módulo de elasticidad estático se determinó mediante la ecuación 3.6, el cual a su vez utilizó la ecuación 4.1 donde se obtuvo el módulo de elasticidad dinámico. El módulo de rotura se obtuvo mediante la ecuación 4.5.

Para los efectos de la estimación del promedio del módulo de elasticidad y de rotura estáticos del primer nivel fueron excluidos los valores de densidad del pilar P_{11A} y de la viga de amarre V_{11C} , debido a su evidente estado de deterioro (Figura 6.2).



Figura 6. 2 Unión pilar P11 con fundación de la Torre
Fuente: Elaboración propia

La tabla 6.7, presenta los valores promedio y el coeficiente de variación de los módulos de elasticidad y de rotura estáticos corregidos, estimados para el primer y segundo nivel, además del nivel entrepiso de la Torre del Reloj.

Tabla 6. 7 Modulo de elasticidad y de rotura

Nivel	Módulo de elasticidad estático (MPa)	Coef. Var. (%)	Módulo de rotura estático (MPa)	Coef. Var. (%)
Primer nivel	3512	20,8	65,7	28,5
Nivel entrepiso	4695	17,9	68,5	17,7
Segundo nivel	4896	36,4	90,7	33,0

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los valores de módulo obtenidos para estos elementos de madera con los establecidos en la norma NCh 1198, se pudo determinar que la torre posee una clase estructural F3. Esta clase es una de las más bajas que posee la norma, incluso es menor que la registrada en la misma norma para la inspección visual. Esto rectifica lo que se pudo obtener mediante la inspección básica que denotaba un alto nivel de deterioro, debido a la presencia de pudrición causada por altos valores de humedad, grietas y evidencia de insectos.

El nivel que registra los valores más bajos es primer nivel, aun cuando se excluyeron algunos elementos por su evidente estado de deterioro.

Capítulo 7: Conclusiones y propuesta de futuras investigaciones

7.1 Conclusiones

Al complementar las distintas técnicas de inspección básica e instrumental a través de las fichas y el uso de los equipos de ultrasonido, resistógrafo, extractor de tornillos, xilohigrómetro y data loggers, se pudo determinar que la torre posee un evidente estado de deterioro en algunos elementos de la torre.

A través de la inspección básica se pudo observar que el primer nivel de la torre es el que se encuentra más deteriorado, viéndose afectado por hongos y agua en estado líquido, proveniente de las áreas adyacentes a la estructura. Estos agentes decrecen en los niveles superiores de la torre.

Los datos obtenidos mediante las distintas TND entregaron información importante de cómo se encuentra la torre. Los registros mediante dataloggers y xilogrigometro evidenciaron que la estructura presenta contenidos de humedad por sobre la humedad de equilibrio de las maderas estudias, lo que revela la presencia de fuentes externas que hacen aumentar la humedad de la madera, especialmente la del primer nivel que además potencian el daño provocado por agentes bióticos. Los registros de velocidades de propagación de onda y densidades demostraron que los elementos documentados en la inspección básica con altos niveles de daños, eran también los que poseían menores valores de velocidad y densidad respectivamente. Mediante el resistografo se pudo ver como estaban constituidas las piezas (si eran solidas o compuestas) además si presentaban perdidas de sección producto del deterioro.

Mediante la determinación del módulo de elasticidad estático, se logró concluir que la torre posee una clase estructural F3, lo cual es una asignación de clase baja para el tipo de madera, específicamente Pino Oregón.

Se puede concluir que es necesario realizar acciones correctivas en algunos elementos singulares de la estructura para su correcta conservación y así no comprometer su estabilidad futura, ya que los elementos que presentan mayores daños son los que se encuentran en la base de la torre. Algunas acciones que se pueden realizar a corto plazo son la ventilación e impermeabilización de la zona que está bajo el primer nivel, además de incorporar elementos que otorguen refuerzo a las piezas que se encuentran altamente deterioradas como es el caso del pilar P_{11A} y la viga V_{11C}.

7.2 Propuesta futuras investigaciones

A la vista de los resultados obtenidos, se propone que estos sirvan como base para la toma de decisiones en futuras investigaciones relacionadas con la determinación del estado de conservación sobre el amplio patrimonio construido en madera que posee nuestro país. Además de ejemplificar la metodología utilizada e integrar nuevas TND, con el fin de obtener resultados más certeros.

Bibliografía

ACUÑA, L.; (2012). *La madera como material. Conceptos básicos*. Técnicas de Diagnóstico no Destructivo en Estructuras de Madera.

ACUÑA, L.; DÍEZ, R.; CASADO, M.; (2006). “*Los Ultrasonidos y la Calidad de la Madera Estructural. Aplicación A Pinus Pinaster Ait*”. Boletín del CIDEU 2: 7-26 (2006). ISSN 1885-5237

ACUÑA, L.; BARRANCO, I.; CASADO, M.; GONZÁLEZ, A.; MARTÍNEZ, C.; (2007). *La Técnica Resistográfica y la Madera Estructural*.

ACUÑA, L.; DIEZ BARRA, R.; BASTERRA, A.; ET AL. “*La Técnica de Transmisión Ultrasónica Aplicada A La Madera Estructural*”. 11º Congreso Español de END. Sociedad Española de Ensayos no Destructivos AEND. Gijon (España), 2007. pp. 91-102.

ALVAREZ L., BASTERRA A., CASADO M Y ACUÑA L.; (2005). *Aplicación del Resistografo al Diagnóstico de Elementos Singulares en Estructura de Madera*. Actas del I Jornadas de la Investigación en Construcción, Madrid, España.

ARCHIVO NACIONAL, *FONDO TARAPACÁ (FT)*, 56, fs.366-367, 29 de Octubre de 1878.

ARTIGAS, J. (1994). *Entomología Económica, Insectos de Interés Agrícola, Forestal, Médico y Veterinario (Nativos, Introducidos, y Susceptibles de ser Introducidos)*. Concepción, Chile. Ed. Universidad de Concepción, 1 v, 1126 p.

BASTERRA, A.; CASADO, M.; ACUÑA, L.; PINAZO, O.; (2006) *Techniques of pseudo-Non Destructive Testing on Structural Wood, by extraction of screws*. ReCoPaR, n°2, june 2006.pp. 37-59.

BASTERRA, A.; ACUÑA, L.; CASADO, M.; RAMÓN- CUETO, G.; LÓPEZ, G.; (2009) *Diagnóstico Y Análisis De Estructuras De Madera Mediante Técnicas No Destructivas: Aplicación A La Plaza Mayor De Chinchón (Madrid)*.

BERTOLINI, C.; BRUNETTI M.; CAVALLERO P.; MACCHIONI N.; (1998). *A Non Destructive Diagnostic Method on Ancient Timber Structures: Some Practical Application Examples. Acts 5th World Conference on Timber Engineering. Montreux, Suiza.*

BOBADILLA, I.; ESTEBAN. M.; IÑIGUEZ, G.; ARRIAGA, F.; BALLARIN, D.; MONTEAGUDO, J.; (2007) *Estimación de la Densidad de la Madera Aserrada de Conífera Mediante Técnicas no Destructivas de Arranque de Tornillos y Penetración y su Aplicación en la Estimación del Módulo de Elasticidad. Informes de la Construcción, vol. 59, no. 506, pp. 107-116*

BRAVO, I. ;(1996) *Evaluación Preliminar de la Anisotropía y Determinación del Módulo de Elasticidad de la Madera de Pinus Radiata D. Don por Ultrasonido. Memoria Ingeniero Civil en Industrias Forestales, Departamento de Ingeniería en Madera, Universidad del Bio-Bio, Concepción, Chile.pp.70.*

CAPUZ L.; CAPUZ-LLADRÓ R.; GARCIA F.; RODRIGUEZ I.; MARTINEZ R.; DIEZ R.; (2011) *CIMAD 11 – 1º Congresso Ibero-LatinoAmericano da Madeira na Construção, Coimbra, PORTUGAL*

CASADO, M., PINAZO, O., BASTERRA, A.; ACUÑA, L.; (2005) *Técnicas de Ensayos no Destructivas en Madera Estructural Mediante Extracción de Tornillos: Aplicación en Viguetas de Forjado de un Edificio Singular. Actas del IVº Congreso Nacional de protección de la madera. CIDEMCO (Ed.) Donostia-San Sebastián, España.*

CMN: CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES DE CHILE; (2006). *Calle Baquedano y Plaza Arturo Prat*

CONDE, M.; FERNANDEZ-GOLFIN, J.; HERMOSO, E. (2007). *Improving the prediction of strength and rigidity of structural timber by combining ultrasound techniques with visual grading parameters. Materiales de construcción, 57, 49-59. ISSN: 0465-2746.*

CORMA: CORPORACION CHILENA DE LA MADERA; (2004). *Manual la construcción de viviendas en madera.*

CORDERO, R. (2011) *Tarapacá, Identidad e Historia*

CUEVAS, E. (2003) *Propiedades Físicas y Mecánicas de la madera. Material de Apoyo en Propiedades Físicas y Mecánicas. Universidad de Talca. Talca, Chile. 68 p.*

- DIVOS, L.; NEMETH, L.; BEJÓ, L. (1999). *Evaluation of the wooden structure of a baroque palace in Papa, Hungary. Proc. of 11th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood, 1999, pp 153-160.*
- DONOSO, C. (2003) *El Puerto de Iquique en Tiempos de Administración Peruana. Historia, Vol.36, 123-158.*
- ESARTE, J. (2009) *Determinación de la Humedad de la Madera y Materiales de Construcción Métodos e Instrumentos de Medidas.*
- ESTEBAN, M. (2003) *Determinación de la Capacidad Resistente de la Madera Estructural de Gran Escuadría y su Aplicación en Estructuras Existentes de Madera Conífera. Tesis Doctoral de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid, España.*
- FORSEN, H. AND TARVAINEN, V. (2000) *Accuracy and Functionality of Hand Held Wood Moisture Content Meters, VTT publications, no. 420. 95 pp. ISBN 951-38-5581-3.*
- FOX, H. (2012) *Memorias Urbanas. Cotidianeidad, Identidad y Trascendencia en la Ciudad. Revista Urbano, (25), 8-16.*
- INFOR, INTEC, MUSEO NACIONAL DE HISTORIANATURAL. 1999. *Estudio del impacto y prevención de la termita subterránea.*
- JASALAVICH, C.; OSTROFSKY, A.; JEÑÑISON, J.; (2000). *Detection and Identification of Decay Fungi in Spruce Wood by Restriction Fragment Length Polymorphism Analysis of Amplified Genes Encoding Rrna. Applied and Environmental Microbiology 66(11):4725-4734.*
- LÓPEZ, G.; BASTERRA, A.; ACUÑA, L.; (2013) *Estimation of wood density using infrared thermography.*
- LÓPEZ, G.; BASTERRA, A.; ACUÑA L.; CASADO, M.; (2013) *Determination of the Emissivity of Wood for Inspection by Infrared Thermography.*
- MARIÑO, R.; FERNANDEZ, M.; FERNANDEZ, C.; (2002). *Análisis Comparativo de la Densidad de Madera Pinus Sylvestris I. Mediante la Utilización del Resistografo. Revista CIS-Madera, no.9, pp.60-70.*

MENA, M.; (2009) *Mejoramiento de la Gestión de Conducción del Secado Industrial de Madera. Seminario Titulación, Depto. Ingeniería en Maderas, Fac. Ingeniería, Universidad del Bío-Bío.*

MEYER, R.; KELLOGG, R. EDITORS.; (1982). *Structural Use of Wood in Adverse Environments. Society of Wood Science and Technology. Van Nostrand Reinhold Company. USA. 505 p*

MINEDUC. (1987) *Declaración Monumento Histórico Torre del Reloj Plaza Prat, Iquique, I Región de Tarapacá.*

MORA, N.; ENCINAS, O.; (2001). *Evaluación de la Durabilidad Natural e Inducida de Pterocarpus Acapulcensis, Tabebuia Serratifolia y Pinus Caribaea, en Condiciones de Laboratorio. Revista Forestal Venezolana 45(1):23-31.*

MORALES, E.; (2003). *Madera al exterior: Humedad de Equilibrio Higroscópico y sus Valores Característicos. Boletín de Información Técnica-AITIM. Núm. 226. Pág. 44-48.*

NCh 173.Of73 *Madera-Terminología general.*

NCh 176/1.Of 84 *Madera-Parte1: Determinación de humedad.*

NCh 176/1.Of 84 *Madera-Parte2: Determinación de la densidad.*

PINCHERIA, V.; (2007) *Mediciones de Humedad Final de Pino Radiata en Hornos de Secado Industrial Mediante Sensors Resistivos en Línea. Seminario Titulación, Depto. Ingeniería en Maderas, Fac. Ingeniería, Universidad del Bío-Bío.*

QUEIPO DE LLANO, J.; GONZALEZ, B.; LLINARES, M.; VILLAGRA, C.; GALLEGU, V.; (2010) *Conceptos básicos de la construcción con madera. En Guía de construir con madera (5-61). Madrid, España: Construir con Madera (CcM).*

RAMIREZ J.; LANFRANCO D.; (2001) *Descripción de la biología, daño y control de las termitas: especies existentes en Chile, Bosque 22(2): 77-84.*

RAMÓN, G.; BASTERRA A.; CASADO, M.; ACUÑA, L.; (2005). *Análisis de las Técnicas de Diagnóstico de la Madera Estructural Existente Y Propuesta De Integración Orientada Al Proyecto. Acta de las jornadas tomo I.*

RIPA, R. Y LUPPICHINI M.; (2004). *Termitas y otros insectos xilófagos en Chile: especies, biología y manejo*. Colección Libros INIA N°11, Quillota, Chile.

RODRÍGUEZ C.; RUBIO P.; (1995) *Evaluación del estado de la madera en obras de rehabilitación mediante técnicas de Ultrasonidos y obtención de parámetros Resistentes*.

RODRÍGUEZ I.; (2009) *Evaluación de la técnica no destructiva del georradar para la inspección, diagnóstico y análisis resistente de la madera*.

ROSS, R.; HUNT, M.; (2000) *Stress wave timing nondestructive evaluation tools for inspecting historic structures*. A guide for use and interpretation general technical report FPL-GTL-119. Department of agriculture forest service, 16 pp.

SANDOZ J.; (1989) *Grading of Construction Timber by Ultrasound, Wood Science and Technology*, vol. 23, no. 1, pp 95-108.

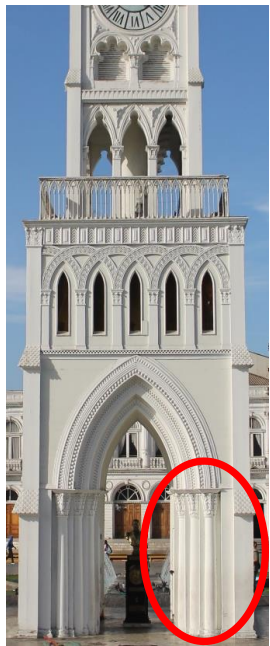



SANDOZ J., BENOIT Y., DEMAY L.; (2000) *Wood Testing Using Acoustic-Ultrasonic*. Act 12th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood, Sopron, Hungary.

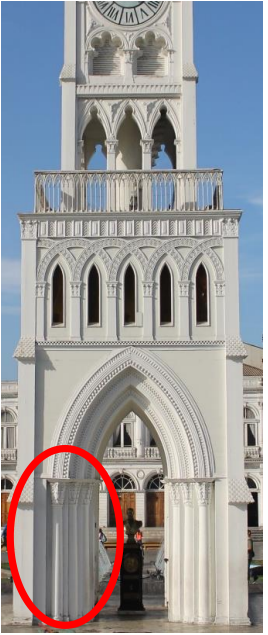


SCHWARZE F., ENGELS J., MATTHECK C.; (2000). *Fungal Strategies of Wood Decay in Trees*. Springer, New York, NY.



SINIA (2009): *Secado de Leña y Equivalencias de Unidades de Comercialización*. Ministerio Del Medio Ambiente.

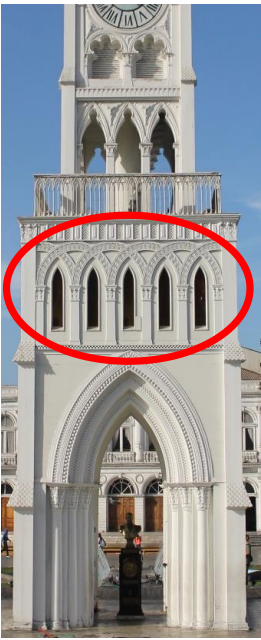


YANG, DQ.; (2005, Enero) *Isolation of Wood-Inhabiting Fungi From Canadian Hardwood Logs*. *Can J. Microbiol.*, 51(1), 1-6.



Anexo 1: Fichas de inspección

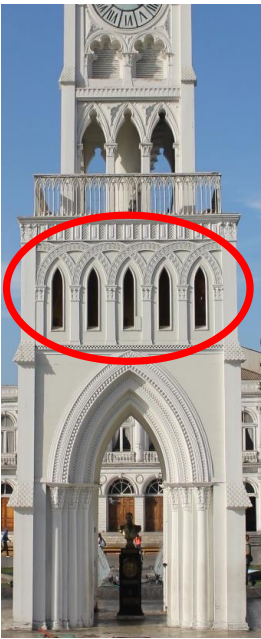
FICHA DE INSPECCIÓN					
Ficha N°	1			Descripción Fotográfica	
Fecha inspección	20 DE ABRIL				
Datos del inmueble					
Año de construcción	1878				
Materialidad	PINO OREGON				
Nivel	PRIMERO				
Elemento	PILAR 11				
Daños provocado por	Daño (Marcar X)	Intensidad			
		B	M		A
Mohos	X				X
Hongos de Pudrición	X				X
Ins. De Ciclo Larvario	X				X
Ins. Sociales	X				X
Humedad	X				X
Exposición sol					
Fuego					
Otros					
Parámetros de Evaluación					
Intensidad: Baja (B) Media (M) Alta (A)					
Observaciones					
Este pilar lleva el contrapeso del reloj. El pilar va desde la base del primar nivel hasta la base del tercer nivel. Posee gran cantidad de micelios y agua en estado liquido.					
  					

FICHA DE INSPECCIÓN					
Ficha N°	2			Descripción Fotografica 	
Fecha inspección	20 DE ABRIL				
Datos del inmueble					
Año de construcción	1878				
Materialidad	PINO OREGON				
Nivel	PRIMERO				
Elemento	PILAR 12				
Daños provocado por	Daño (Marcar X)	Intensidad			
		B	M		A
Mohos					
Hongos Cromógenos					
Hongos de Pudrición					
Ins. De Ciclo Larvario	X		X		
Ins. Sociales	X		X		
Humedad	X			X	
Exposición sol					
Fuego					
Otros					
Parámetros de Evaluación					
Intensidad: Baja (B) Media (M) Alta (A)					
Observaciones					
 					

FICHA DE INSPECCIÓN				
Ficha N°	3			Descripción Fotografica
Fecha inspección	20 DE ABRIL			
Datos del inmueble				
Año de construcción	1878			
Materialidad	PINO OREGON			
Nivel	PRIMERO			
Elemento	PILAR 13			
Daños provocado por	Daño (Marcar X)	Intensidad		
		B	M	A
Mohos				
Hongos Cromógenos				
Hongos de Pudrición				
Ins. De Ciclo Larvario	X		X	
Ins. Sociales	X		X	
Humedad	X	X		
Exposición sol				
Fuego				
Otros				
Parámetros de Evaluación				
Intensidad: Baja (B) Media (M) Alta (A)				
Observaciones				
				


FICHA DE INSPECCIÓN					
Ficha N°	4			Descripción Fotografica 	
Fecha inspección	20 DE ABRIL				
Datos del inmueble					
Año de construcción	1878				
Materialidad	PINO OREGON				
Nivel	SEGUNDO				
Elemento	P23				
Daños provocado por	Daño (Marcar X)	Intensidad			
		B	M		A
Mohos					
Hongos Cromógenos					
Hongos de Pudrición					
Ins. De Ciclo Larvario	X		X		
Ins. Sociales	X			X	
Humedad	X			X	
Exposición sol					
Fuego					
Otros					
Parámetros de Evaluación					
Intensidad: Baja (B) Media (M) Alta (A)					
Observaciones					
EN LA PARTE INFERIOR DEL PILAR SE PUDO APRECIAR UNA ALTA CANTIDAD DE INSECTOS DE TIPO SOCIAL					
					

FICHA DE INSPECCIÓN					
Ficha N°	5			Descripción Fotografica 	
Fecha inspección	20 DE ABRIL				
Datos del inmueble					
Año de construcción	1878				
Materialidad	PINO OREGON				
Nivel	SEGUNDO				
Elemento	P24				
Daños provocado por	Daño (Marcar X)	Intensidad			
		B	M		A
Mohos					
Hongos Cromógenos					
Hongos de Pudrición					
Ins. De Ciclo Larvario	X		X		
Ins. Sociales	X			X	
Humedad	X		X		
Exposición sol					
Fuego					
Otros					
Parámetros de Evaluación					
Intensidad: Baja (B) Media (M) Alta (A)					
Observaciones					
 					

FICHA DE INSPECCIÓN					
Ficha N°	6			Descripción Fotografica 	
Fecha inspección	20 DE ABRIL				
Datos del inmueble					
Año de construcción	1878				
Materialidad	PINO OREGON				
Nivel	SEGUNDO				
Elemento	P22				
Daños provocado por	Daño (Marcar X)	Intensidad			
		B	M		A
Mohos					
Hongos Cromógenos					
Hongos de Pudrición					
Ins. De Ciclo Larvario	X		X		
Ins. Sociales	X			X	
Humedad	X		X		
Exposición sol					
Fuego					
Otros					
Parámetros de Evaluación					
Intensidad: Baja (B) Media (M) Alta (A)					
Observaciones					

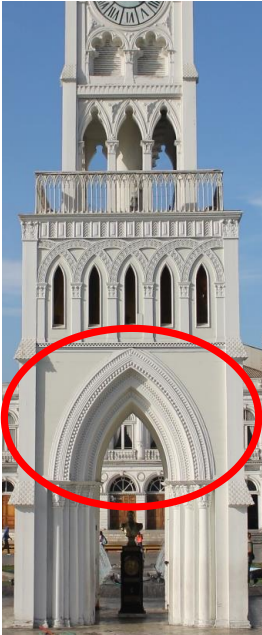

Se puede ver presencia de insectos de ciclo larvario

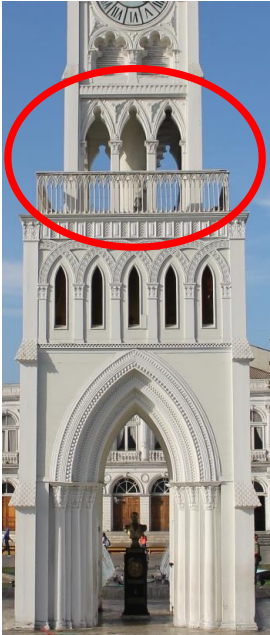




FICHA DE INSPECCIÓN				
Ficha N°	7			Descripción Fotográfica 
Fecha inspección	20 DE ABRIL			
Datos del inmueble				
Año de construcción	1878			
Materialidad	PINO OREGON			
Nivel	QUINTO			
Elemento	CONJUNTO			
Daños provocado por	Daño (Marcar X)	Intensidad		
		B	M	A
Mohos				
Hongos Cromógenos				
Hongos de Pudrición				
Ins. De Ciclo Larvario				
Ins. Sociales				
Humedad	X		X	
Exposición sol	X		X	
Fuego				
Otros	X			X
Parámetros de Evaluación				
Intensidad: Baja (B) Media (M) Alta (A)				



Observaciones Este nivel tienen todos los elementos a la intemperie, viéndose expuesto directamente al sol, ya que la pintura color blanco que posee la torre solo se encuentre en la parte exterior. Existen zonas que presentan en bajo porcentaje desfibrado de madera. El interior del quinto nivel esta cubierto con excremento lo que dificulto ver si existía presencia de insectos y hongos.



FICHA DE INSPECCIÓN					
Ficha N°	8			Descripción Fotografica 	
Fecha inspección	20 DE ABRIL				
Datos del inmueble					
Año de construcción	1878				
Materialidad	PINO OREGON				
Nivel	OJIVA				
Elemento	CONJUNTO				
Daños provocado por	Daño (Marcar X)	Intensidad			
		B	M		A
Mohos	X		X		
Hongos Cromógenos					
Hongos de Pudrición	X		X		
Ins. De Ciclo Larvario					
Ins. Sociales	X			X	
Humedad	X		X		
Exposición sol					
Fuego					
Otros	X	X			
Parámetros de Evaluación					
Intensidad: Baja (B) Media (M) Alta (A)					
Observaciones En este nivel se unen las cuatro patas de la torre. Al ser un area completamente cerrada, no existe ventilación y la humedad del primer nivel sube hasta la ojiva. Existe evidencia de excremento de aves, insectos sociales principalmente en el sector del pilar (P11), hongos y moho.					
					

FICHA DE INSPECCIÓN				
Ficha N°	9			Descripción Fotografica 
Fecha inspección	20 DE ABRIL			
Datos del inmueble				
Año de construcción	1878			
Materialidad	PINO OREGON			
Nivel	TERCER NIVEL			
Elemento	CONJUNTO			
Daños provocado por	Daño (Marcar X)	Intensidad		
		B	M	A
Mohos				
Hongos Cromógenos				
Hongos de Pudrición	X	X		
Ins. De Ciclo Larvario				
Ins. Sociales	X	X		
Humedad	X			X
Exposición sol	X		X	
Fuego				
Otros	X		X	
Parámetros de Evaluación				
Intensidad: Baja (B) Media (M) Alta (A)				
Observaciones Este nivel se encuentra a la inemperie, viendose afectado por los cambios de temperatura que se registran durante el dia y la noche, tambien por el sol que ha probocado que en algunas zonas se desprendiera la pintura quedando la padera expuesta a los rayos UV. sebido a que es un ambiente salino, se pueden ver inicios de desfibrado de madera				
				

FICHA DE INSPECCIÓN					
Ficha N°	10			Descripción Fotografica 	
Fecha inspección	20 DE ABRIL				
Datos del inmueble					
Año de construcción	1878				
Materialidad	PINO OREGON				
Nivel	CUARTO NIVEL				
Elemento	CONJUNTO				
Daños provocado por	Daño (Marcar X)	Intensidad			
		B	M		A
Mohos					
Hongos Cromógenos					
Hongos de Pudrición					
Ins. De Ciclo Larvario					
Ins. Sociales	X	X			
Humedad	X		X		
Exposición sol					
Fuego					
Otros					
Parámetros de Evaluación					
Intensidad: Baja (B) Media (M) Alta (A)					
Observaciones					
					

FICHA DE INSPECCIÓN					
Ficha N°	11			Descripción Fotografica 	
Fecha inspección	20 DE ABRIL				
Datos del inmueble					
Año de construcción	1878				
Materialidad	PINO OREGON				
Nivel	PRIMERO				
Elemento	INTERIOR P11(P11A,P11B,V11A,V11B,V11C)				
Daños provocado por	Daño (Marcar X)	Intensidad			
		B	M		A
Mohos	X				X
Hongos Cromógenos	X			X	
Hongos de Pudrición	X			X	
Ins. De Ciclo Larvario	X			X	
Ins. Sociales	X			X	
Humedad	X			X	
Exposición sol					
Fuego					
Otros					
Parámetros de Evaluación					
Intensidad: Baja (B) Media (M) Alta (A)					
Observaciones En todas las piezas internas de madera se encontraban micelios, agua en estado liquido y sectores del muro perimetral de hormigón con humedad					
					

**Anexos 2: Especificaciones particulares para grado estructural
(NCh 1970/2)**

Defectos y especificaciones		Grado N°1	Grado N°2	Grado N°3	Grado N°4
General		cada pieza debe estar correctamente aserrada de modo que superficies adyacentes sean ortogonales entre su, cumplir con las tolerancias y tener los extremos despuntados con un corte normal al eje			
Perforación-Pudrición-Evidencia de madera de reacción		No se aceptan			
Nudo y agujeros (sano, firme o suelto, circular, ovalado, aislado, en grupo, en racimo o en la arista)	Totalmente ubicados en la zona central de la cara, de ancho (w)	En: $W=0,50$ a $RANT \leq 25\%$	En: $W=0.60$ a $RANT \leq 33\%$	En: $W=0.75$ a $RANT \leq 40\%$	En: $W=0,75$ a $RANT \leq 50\%$
	En el borde de la cara	$RANB \leq 25\%$	$RANB \leq 40\%$	$RANB \leq 50\%$	$RANB \leq 60\%$
	En el canto	$RANT \leq 25\%$	$RANT \leq 40\%$	$RANT \leq 50\%$	$RANT \leq 60\%$
	Otros nudos	$RAN1 \leq 15\%$	$RAN1 \leq 25\%$	$RAN1 \leq 30\%$	$RAN1 \leq 40\%$
Acebolladura		No se aceptan			Se aceptan con $S \leq 3\text{mm}$, si no se extiende de una superficie a otra
Bolsillos (De corteza, resina y/o crecimientos anormales)		No se aceptan	Se aceptan si cada uno de ellos cumple con $L \leq 150\text{mm}$; $s \leq 10\text{ mm}$ (o un área equivalente)		
Grietas	Superficiales	Se aceptan si cada una de ellas cumple con: $L \leq 450\text{mm}$; $S \leq 1\text{mm}$.		Se acepta si $L \leq 600\text{mm}$; $S \leq 1\text{mm}$	Se acepta si $L \leq 600\text{mm}$; $S \leq 2\text{mm}$
	En los extremos de la pieza	No se aceptan		Se acepta si : $L \leq a/2$ y si cada extremo ($\sum L \leq 2a$) y ($\sum L \leq 200\text{mm}$) (tomar el menor de los dos valores)	Se acepta si : $L \leq a$ y si cada extremo ($\sum L \leq 2a$) y ($\sum L \leq 200\text{mm}$)(tomar el menor de los dos valores)

Defectos y especificaciones		Grado N°1	Grado N°2	Grado N°3	Grado N°4
Rajaduras		No se aceptan		Se acepta si : $L < a/2$ y si en cada extremo ($\sum L \leq 2a$) y ($\sum L \leq 200\text{mm}$)(tomar el menor de los dos valores)	Se acepta si : $L < a$ y si cada extremo ($\sum L \leq 2a$) y ($\sum L \leq 200\text{mm}$)(tomar el menor de los dos valores)
Desviación de la fibra		≤ 1 en 15	≤ 1 en 10	≤ 1 en 8	≤ 1 en 6
Albura y mancha biológica		Se aceptan sin limitación			
Velocidad de crecimiento		Mayor o igual que 1,6 anillos/cm		No se limita	
Arista faltante (Canto muerto)	En piezas con espesor $e \leq 38\text{mm}$	Se acepta si: $d \leq 0,15$ e (en el canto) $d < 0,15a$ (en cara)	Se aceptan si: $d \leq 0,25$ e (en el canto) $d \leq 0,25$ a (en la cara)		
	En piezas con espesor $e > 38\text{mm}$	Se aceptan si: $d \leq 0,33$ e (en el canto); $d \leq 0,50$ a (en la cara)			
Madera juvenil	En piezas con ancho: $a \leq 240\text{mm}$	No se aceptan		Se acepta sin limitaciones	
	En piezas con ancho: $a < 240\text{mm}$	Se acepta "sin" medula y si además: i) ocurre solo en el 1/3 central del ancho de la pieza ii) El ancho máximo de los anillos de crecimiento es igual o menor que 6mm	Se acepta "con" medula y si además: i) ocurre solo en el 1/3 central del ancho de la pieza ii) El ancho máximo de los anillos de crecimiento es igual o menor que 6 mm	Se acepta sin limitaciones	

Anexos 3: Resultados Inspección Instrumental

	N°	DESCRIPCION	DIRECCION	RESISTOGRAFO			EXTRACTOR TORNILLO		ULTRASONIDO	XILOHIG
				CODIGO	% CONSUMO MEDIO REAL	DENSIDAD (Kg/m3)	FZA CANTO (kN)	DENSIDAD (kg/m3)	VELOCIDAD (m/s)	HUMEDAD %
PRIMER NIVEL	1	Pilar 11 (P ₁₁)	N/S	107	11,4	384	1,29	352	661	26
	2	Pilar 11 (P ₁₁)	O/P	108	13,0	395	0,89	270	3867	28
	3	Pilar 11 (P ₁₁)	N/S	270	11,1	373	1,06	307	3851	30
	4	Pilar 12 (P ₁₂)	O/P	111	11,4	388	1,46	381	2864	24
	5	Pilar 13 (P ₁₃)	O/P	109	13,3	415	2,45	516	4314	20
	6	Pilar 13 (P ₁₃)	S/N	110	13,8	405	2,17	484	4329	19
	7	Pilar 11A (P _{11A})	S/N	269	11,8	387	1,29	352	1914	35
	8	Pilar 11B (P _{11B})	S/N	268	11,4	388	1,21	337	3876	30
	9	Viga 11A (V _{11A})	P/O	262	14,4	425	0,98	290	4065	37
	10	Viga 11B (V _{11B})	P/O	264	11,5	377	0,99	292	5196	36
	11	Viga 11C (V _{11C})	P/O	267	10,7	373	0,95	283	1813	34
	12	Viga 11C (V _{11C})	P/O	266	10,5	376	0,93	279	3282	37
	13	Diagonal (D)	N/S	265	12,7	396	1,08	311	3444	35

	N°	DESCRIPCION	DIRECCION	CODIGO	% CONSUMO MEDIO REAL	DENSIDAD (Kg/m3)	FZA CANTO (kN)	DENSIDAD (kg/m3)	VELOCIDAD (m/s)	HUMEDAD %
SEGUNDO NIVEL	14	Pilar 21 (P ₂₁)	P/O	74	14,1	405	2,13	479		27
	15	Pilar 22 (P ₂₂)	P/O	50	13,0	412	1,7	420	5025	26
	16	Pilar 22 (P ₂₂)	P/O	51	12,7	447	2,11	476	5025	26
	17	Pilar 22 (P ₂₂)	N/S	54	12,7	399	2,29	498	5025	26
	18	Pilar 22 (P ₂₂)	N/S	56	12,4	397	2,3	499	5025	26
	19	Pilar 22 (P ₂₂)	N/S	57	11,6	389	1,57	399	5025	26
	20	Pilar 23 (P ₂₃)	N/S	44	15,1	456	1,18	331	3296	32
	21	Pilar 23 (P ₂₃)	N/S	45	15,9	456	1,1	315	3296	32
	22	Pilar 23 (P ₂₃)	N/S	46	18,4	493	1,1	315	3296	32
	23	Pilar 23 (P ₂₃)	P/O	47	12,0	388	1,19	333	3296	32
	24	Pilar 23 (P ₂₃)	P/O	48	13,0	403	1,2	335	3296	32
	25	Pilar 23 (P ₂₃)	P/O	49	12,1	389	0,95	283	3296	32
	26	Pilar 24 (P ₂₄)	P/O	37	17,4	490	2,08	472	5330	20
	27	Pilar 24 (P ₂₄)	P/O	38	17,8	478	2,05	468	5330	20
	28	Pilar 24 (P ₂₄)	P/O	40	18,8	501	1,92	451	5330	20
	29	Pilar 24 (P ₂₄)	N/S	41	19,5	472	1,93	453	5330	20
	30	Pilar 24 (P ₂₄)	N/S	42	20,6	509	2,03	466	5330	20
	31	Pilar 24 (P ₂₄)	N/S	43	20,2	506	1,87	444	5330	20
	32	Pilar 24 (P ₂₄)	P/O	235	14,5	441				25
	33	Viga 21-22	N/S	75	11,1	374	1,36	364	3224	19
34	Viga 21-22	P/O	76	11,4	381	2,57	529	3224	19	
35	Viga 21-22	P/O	236	14,9	433				25	
36	Viga 23-24	P/O	79	12,2	390	1,96	457	5631	18	
37	Viga 23-24	P/O	80	13,5	419	2,17	484	5631	18	

	N°	DESCRIPCION	DIRECCION	CODIGO	% CONSUMO MEDIO REAL	DENSIDAD (Kg/m3)	FZA CANTO (kN)	DENSIDAD (kg/m3)	VELOCIDAD (m/s)	HUMEDAD %
OJIVA	38	Viga E1 (V _{E1})	VERTICAL	237	13,3	410	1,22	338		32
	39	Viga E1 (V _{E1})	N/S	240	14,3	430			5313	27
	40	Viga E2 (V _{E2})	N/S	238	12,4	396				33
	41	Viga E2 (V _{E2})	P/O	243	11,4	389			4095	27
	42	Viga E3 (V _{E3})	VERTICAL	252	12,4	396			4504	27
	43	Viga E4 (V _{E4})	P/O	239	12,7	405	0,86	263	4621	30
	44	Pilar E1 (P _{E1})	P/O	242	12,1	394			5405	27
	45	Pilar E2 (P _{E2})	N/S	241	11,7	389			5258	27
	46	Pilar E3 (P _{E3})	P/O	258	10,8	375	1,45	380	4980	31
	47	Pilar E4 (P _{E4})	P/O	257	12,4	397	0,48	165	4009	34
	48	Pilar E5 (P _{E5})	P/O	254	10,5	369	1,24	342	4045	18
	49	Pilar E6 (P _{E6})	N/S	253	11,6	391	1,25	344	3268	24
	50	Pilar E7 (P _{E7})	N/S	251	14,0	436			4500	27
	51	Pilar E8 (P _{E8})	N/S	250	12,3	392			4638	27
	52	Cercha E1 (E _{E1})	VERTICAL	245	10,3	360			4930	21
	53	Cercha E2 (E _{E2})	VERTICAL	244	11,6	387			4452	21
	54	Cercha E3 (E _{E3})	VERTICAL	261	12,0	394	0,94	281	4753	20
	55	Cercha E4 (E _{E4})	VERTICAL	260	10,6	363	1,29	352	4921	22
	56	Cercha E5 (E _{E5})	VERTICAL	255	12,1	393	0,96	285	5165	21
	57	Cercha E6 (E _{E6})	VERTICAL	256	11,2	360	1,16	327	4960	21
	58	Cercha E7 (E _{E7})	VERTICAL	248	11,8	384			5800	21
59	Cercha E8 (E _{E8})	VERTICAL	249	12,4	401			5005	21	
60	Pilar A (PA)	P/O	246	11,2	380				27	
61	Pilar B (PB)	P/O	247	13,2	420				27	

	N°	DESCRIPCION	DIRECCION	RESISTOGRAFO			EXTRACTOR TORNILLO		ULTRASONIDO	XILOHIG
				CODIGO	% CONSUMO MEDIO REAL	DENSIDAD (Kg/m3)	FZA CANTO (kN)	DENSIDAD (kg/m3)	VELOCIDAD (m/s)	HUMEDAD %
TERCER NIVEL	62	Pilar 31 (P ₃₁)	P/O	96	8,5	351				19
	63	Pilar 31 (P ₃₁)	N/S	97	12,3	392				20
	64	Pilar 31 (P ₃₁)	O/P	207	12,2	391				19
	65	Pilar 32 (P ₃₂)	N/S	94	12,9	399				15
	66	Pilar 32 (P ₃₂)	P/O	95	12,4	401				36
	67	Pilar 32 (P ₃₂)	O/P	200	10,3	353				36
	68	Pilar 33 (P ₃₃)	N/S	87	11,0	367				26
	69	Pilar 33 (P ₃₃)	O/P	218	10,9	368				26
	70	Pilar 34 (P ₃₄)	P/O	92	10,8	365				20
	71	Pilar 34 (P ₃₄)	O/P	219	11,4	370				20
	72	Pilar 35 (P ₃₅)	P/O	101	9,7	337				33
	73	Pilar 35 (P ₃₅)	N/S	206	9,9	354				33
	74	Pilar 36 (P ₃₆)	N/S	104	12,6	402				30
	75	Pilar 36 (P ₃₆)	N/S	204	14,1	368				30
	76	Pilar 36 (P ₃₆)	N/S	204	11,3	295				30
	77	Pilar 37 (P ₃₇)	P/O	105	6,7	258				30
	78	Pilar 37 (P ₃₇)	N/S	205	11,1	368				30
	79	Pilar 38 (P ₃₈)	P/O	81	14,4	365				30
80	Pilar 38 (P ₃₈)	11,2			283				30	
81	Pilar 38 (P ₃₈)	O/P	211	8,0	305				30	
82	Pilar 38 (P ₃₈)	O/P	212	8,8	324				30	

	N°	DESCRIPCION	DIRECCION	RESISTOGRAFO			EXTRACTOR TORNILLO		ULTRASONIDO	XILOHIG
				CODIGO	% CONSUMO MEDIO REAL	DENSIDAD (Kg/m3)	FZA CANTO (kN)	DENSIDAD (kg/m3)	VELOCIDAD (m/s)	HUMEDAD %
TERCER NIVEL	83	Pilar 39 (P ₃₉)	P/O	84	12,9	372				37
	84	Pilar 39 (P ₃₉)			11,0	351				37
	85	Pilar 39 (P ₃₉)	O/P	213	11,9	384				37
	86	Pilar 40 (P ₄₀)	N/S	89	8,8	304				20
	87	Pilar 40 (P ₄₀)	N/S	214	10,0	355				20
	88	Pilar 41 (P ₄₁)	P/O	93	9,8	313				30
	89	Pilar 41 (P ₄₁)			9,9	351				30
	90	Pilar 41 (P ₄₁)	N/S	217	11,4	378				30
	91	Pilar 42(P ₄₂)	N/S	91	11,0	363				20
	92	Pilar 42(P ₄₂)	O/P	209	8,5	361				20
	93	Pilar 42(P ₄₂)	O/P	210	11,2	371				20
CUARTO NIVEL	94	Pilar 41(P ₄₁)	DIAGONAL	220	14,0	428				21
	95	Pilar 42(P ₄₂)	DIAGONAL	227	8,5	307				23
	97	Pilar 44(P ₄₄)	DIAGONAL	226	12,7	387				23
	98	VIGA A1-D1	O/P	221	11,7	337				22
	99		O/P	221	13,5	394				22
	100	VIGA RELOJ	VERTICAL	234	12,0	385				21
QUINTO	101	Pilar 51(P ₅₁)	O/P	233	12,9	414				27
	102	Pilar 52(P ₅₂)	N/S	229	12,2	389				25
	103	Pilar 53(P ₅₃)	N/S	230	11,3	363				27
	104	Pilar 54(P ₅₄)	N/S	231	12,2	401				26

Anexos 4: Módulos de Elasticidad y Rotura

				RESISTOGRAFO	EXT. TORNILLOS	ULTRASONIDO			
	N°	DESCRIPCION	HUMEDAD REFERENCIA %	DENSIDAD NORMAL (12% humedad) (kg/m3)	DENSIDAD NORMAL (12% humedad) (kg/m3)	VELOCIDAD NORMAL(m/s) (12% humedad)	MOE(D) Gpa	MOE(E) Gpa	MOR(E) MPa
PRIMER NIVEL	1	Pilar 11 (P ₁₁)	12	365	334	661	0,16	1,45	38
	2	Pilar 11 (P ₁₁)	12	373	255	3867	5,58	3,43	54
	3	Pilar 11 (P ₁₁)	12	321	264	3851	4,76	3,13	57
	4	Pilar 12 (P ₁₂)	12	371	365	3368	4,21	2,93	58
	5	Pilar 13 (P ₁₃)	12	403	501	4650	8,72	4,58	104
	6	Pilar 13 (P ₁₃)	12	394	471	4623	8,42	4,47	95
	7	Pilar 11A (P _{11A})	12	321	292	1914	1,17	1,82	43
	8	Pilar 11B (P _{11B})	12	334	290	3876	5,02	3,23	60
	9	Viga 11A (V _{11A})	12	347	237	4065	5,74	3,49	57
	10	Viga 11B (V _{11B})	12	310	240	5196	8,38	4,45	71
	11	Viga 11C (V _{11C})	12	311	237	1813	1,02	1,77	41
	12	Viga 11C (V _{11C})	12	307	228	3282	3,31	2,60	50
	13	Diagonal (D)	12	328	258	3444	3,89	2,81	53

				RESISTOGRAFO	EXT. TORNILLOS	ULTRASONIDO			
	N°	DESCRIPCION	HUMEDAD REFERENCIA %	DENSIDAD NORMAL (12% humedad) (kg/m3)	DENSIDAD NORMAL (12% humedad) (kg/m3)	VELOCIDAD NORMAL(m/s) (12% humedad)	MOE(D) Gpa	MOE(E) Gpa	MOR(E) MPa
SEGUNDO NIVEL	14	Pilar 21 (P ₂₁)	12	384	454				
	15	Pilar 22 (P ₂₂)	12	392	399	5025	9,90	5,01	91
	16	Pilar 22 (P ₂₂)	12	425	453	5025	10,73	5,31	104
	17	Pilar 22 (P ₂₂)	12	379	473	5025	9,57	4,89	110
	18	Pilar 22 (P ₂₂)	12	378	475	5025	9,54	4,88	110
	19	Pilar 22 (P ₂₂)	12	370	380	5025	9,33	4,80	87
	20	Pilar 23 (P ₂₃)	12	387	281	3296	4,21	2,93	53
	21	Pilar 23 (P ₂₃)	12	387	267	3296	4,21	2,93	52
	22	Pilar 23 (P ₂₃)	12	418	267	3296	4,54	3,05	52
	23	Pilar 23 (P ₂₃)	12	330	282	3296	3,58	2,70	53
	24	Pilar 23 (P ₂₃)	12	342	284	3296	3,72	2,75	53
	25	Pilar 23 (P ₂₃)	12	330	240	3296	3,59	2,70	50
	26	Pilar 24 (P ₂₄)	12	475	458	5666	15,26	6,96	121
	27	Pilar 24 (P ₂₄)	12	464	455	5666	14,89	6,83	120
	28	Pilar 24 (P ₂₄)	12	486	438	5666	15,60	7,09	114
	29	Pilar 24 (P ₂₄)	12	458	439	5666	14,72	6,76	115
	30	Pilar 24 (P ₂₄)	12	494	452	5666	15,86	7,18	119
	31	Pilar 24 (P ₂₄)	12	491	431	5666	15,77	7,15	112
	32	Pilar 24 (P ₂₄)	12	420					
	33	Viga 21-22	12	365	355	3518	4,51	3,04	58
34	Viga 21-22	12	371	515	3518	4,59	3,07	77	
35	Viga 21-22	12	413						
36	Viga 23-24	12	381	446	5883	13,19	6,21	122	
37	Viga 23-24	12	410	473	5883	14,18	6,57	131	

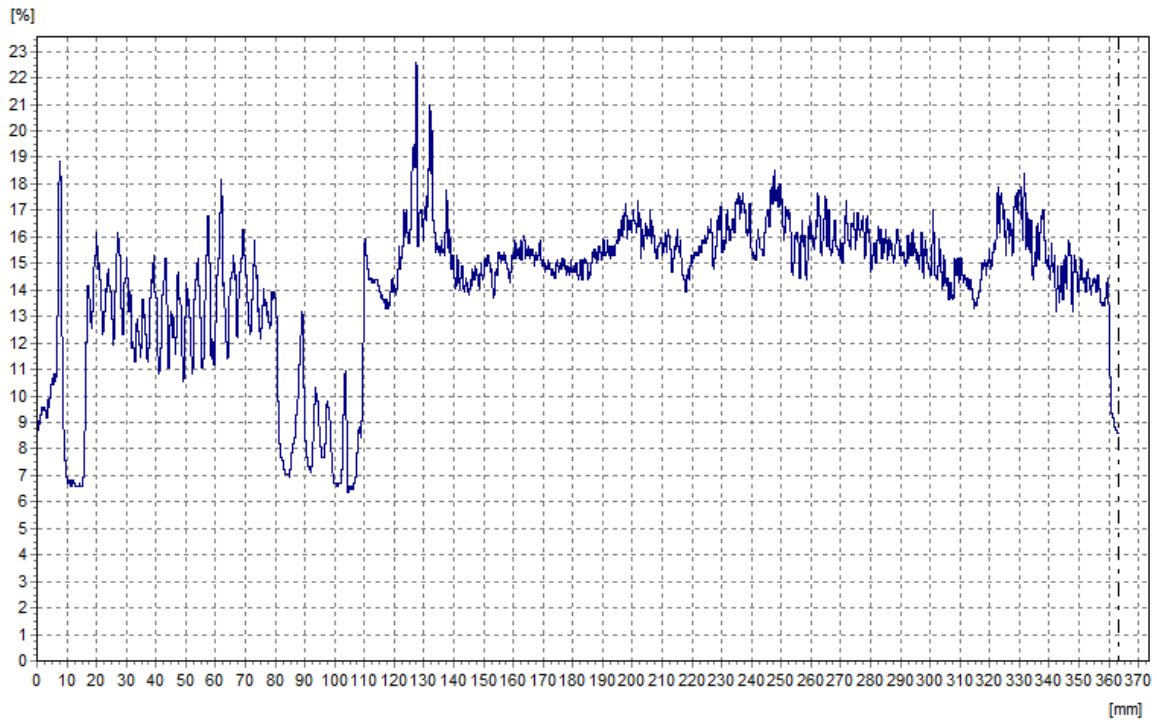
				RESISTOGRAFO	EXT. TORNILLOS	ULTRASONIDO			
	N°	DESCRIPCION	HUMEDAD REFERENCIA %	DENSIDAD NORMAL (12% humedad) (kg/m3)	DENSIDAD NORMAL (12% humedad) (kg/m3)	VELOCIDAD NORMAL(m/s) (12% humedad)	MOE(D) Gpa	MOE(E) Gpa	MOR(E) MPa
OJIVA	38	Viga E1 (V _{E1})	12	347	287				
	39	Viga E1 (V _{E1})	12	407	0	5313	11,50	5,59	
	40	Viga E2 (V _{E2})	12	333					
	41	Viga E2 (V _{E2})	12	368		4095	6,18	3,65	
	42	Viga E3 (V _{E3})	12	376		4504	7,62	4,17	
	43	Viga E4 (V _{E4})	12	349	227	4621	7,46	4,12	60
	44	Pilar E1 (P _{E1})	12	373		5405	10,91	5,37	
	45	Pilar E2 (P _{E2})	12	369		5258	10,21	5,12	
	46	Pilar E3 (P _{E3})	12	321	325	4980	7,96	4,30	82
	47	Pilar E4 (P _{E4})	12	332	138	4009	5,33	3,34	47
	48	Pilar E5 (P _{E5})	12	360	335	4297	6,66	3,82	66
	49	Pilar E6 (P _{E6})	12	374	329	3772	5,32	3,34	59
	50	Pilar E7 (P _{E7})	12	413		4500	8,36	4,45	
	51	Pilar E8 (P _{E8})	12	371		4638	7,98	4,31	
	52	Cercha E1 (E _{E1})	12	348		5308	9,80	4,97	
	53	Cercha E2 (E _{E2})	12	374		4830	8,73	4,58	
	54	Cercha E3 (E _{E3})	12	383	273	5089	9,91	5,01	68
	55	Cercha E4 (E _{E4})	12	350	339	5341	9,97	5,03	83
	56	Cercha E5 (E _{E5})	12	380	276	5543	11,67	5,65	74
	57	Cercha E6 (E _{E6})	12	348	316	5338	9,92	5,02	78
	58	Cercha E7 (E _{E7})	12	371		6178	14,16	6,56	
59	Cercha E8 (E _{E8})	12	388		5383	11,24	5,49		
60	Pilar A (PA)	12	360						
61	Pilar B (PB)	12	398						

				RESISTOGRAFO	EXT. TORNILLOS	ULTRASONIDO			
	N°	DESCRIPCION	HUMEDAD REFERENCIA %	DENSIDAD NORMAL (12% humedad) (kg/m3)	DENSIDAD NORMAL (12% humedad) (kg/m3)	VELOCIDAD NORMAL(m/s) (12% humedad)	MOE(D) Gpa	MOE(E) Gpa	MOR(E) MPa
TERCER NIVEL	62	Pilar 31 (P ₃₁)	12	342					
	63	Pilar 31 (P ₃₁)	12	380					
	64	Pilar 31 (P ₃₁)	12	381					
	65	Pilar 32 (P ₃₂)	12	395					
	66	Pilar 32 (P ₃₂)	12	330					
	67	Pilar 32 (P ₃₂)	12	291					
	68	Pilar 33 (P ₃₃)	12	349					
	69	Pilar 33 (P ₃₃)	12	350					
	70	Pilar 34 (P ₃₄)	12	354					
	71	Pilar 34 (P ₃₄)	12	359					
	72	Pilar 35 (P ₃₅)	12	284					
	73	Pilar 35 (P ₃₅)	12	298					
	74	Pilar 36 (P ₃₆)	12	346					
	75	Pilar 36 (P ₃₆)	12	317					
	76	Pilar 36 (P ₃₆)	12	255					
	77	Pilar 37 (P ₃₇)	12	222					
	78	Pilar 37 (P ₃₇)	12	317					
	79	Pilar 38 (P ₃₈)	12	314					
	80	Pilar 38 (P ₃₈)	12	244					
81	Pilar 38 (P ₃₈)	12	262						
82	Pilar 38 (P ₃₈)	12	279						

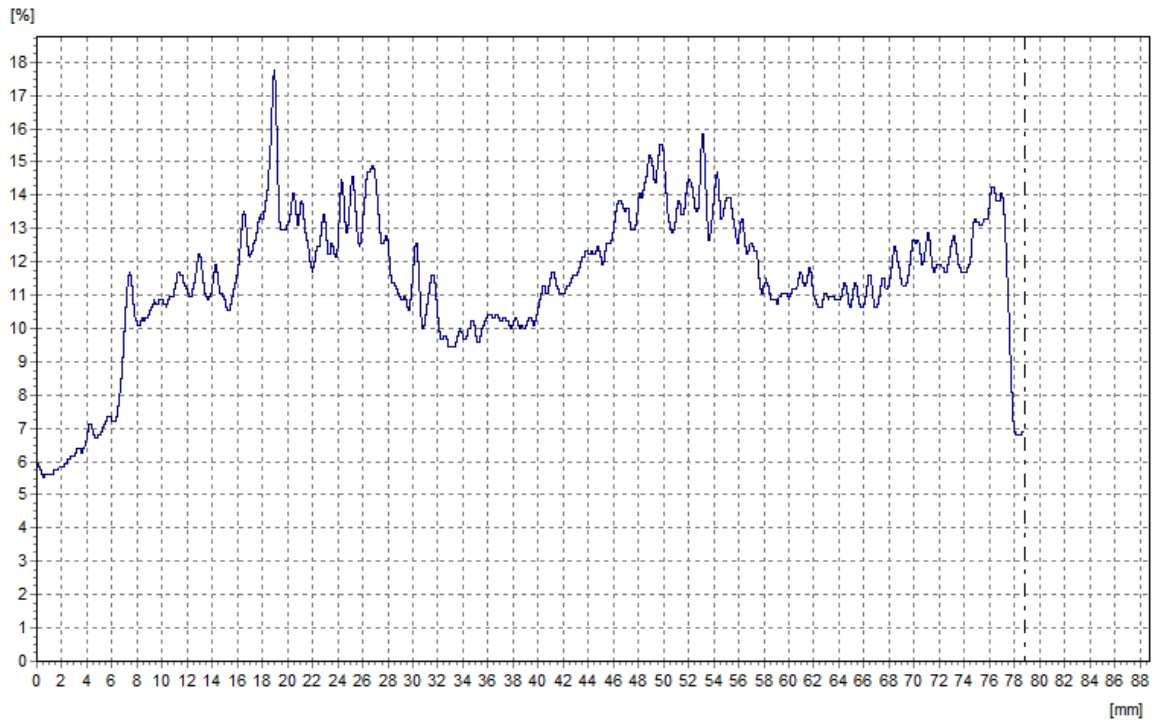
				RESISTOGRAFO	EXT. TORNILLOS	ULTRASONIDO			
	N°	DESCRIPCION	HUMEDAD REFERENCIA %	DENSIDAD NORMAL (12% humedad) (kg/m3)	DENSIDAD NORMAL (12% humedad) (kg/m3)	VELOCIDAD NORMAL(m/s) (12% humedad)	MOE(D) Gpa	MOE(E) Gpa	MOR(E) MPa
TERCER NIVEL	83	Pilar 39 (P ₃₉)	12	304					
	84	Pilar 39 (P ₃₉)	12	287					
	85	Pilar 39 (P ₃₉)	12	314					
	86	Pilar 40 (P ₄₀)	12	296					
	87	Pilar 40 (P ₄₀)	12	344					
	88	Pilar 41 (P ₄₁)	12	269					
	89	Pilar 41 (P ₄₁)	12	302					
	90	Pilar 41 (P ₄₁)	12	326					
	91	Pilar 42(P ₄₂)	12	352					
	92	Pilar 42(P ₄₂)	12	350					
	93	Pilar 42(P ₄₂)	12	360					
CUARTO NIVEL	94	Pilar 41(P ₄₁)	12	414					
	95	Pilar 42(P ₄₂)	12	295					
	97	Pilar 44(P ₄₄)	12	372					
	98	VIGA A1-D1	12	325					
	99		12	380					
	100	VIGA RELOJ	12	373					
QUINTO	101	Pilar 51(P ₅₁)	12	393					
	102	Pilar 52(P ₅₂)	12	371					
	103	Pilar 53(P ₅₃)	12	344					
	104	Pilar 54(P ₅₄)	12	381					

Anexos 5: Perfiles Resistográficos

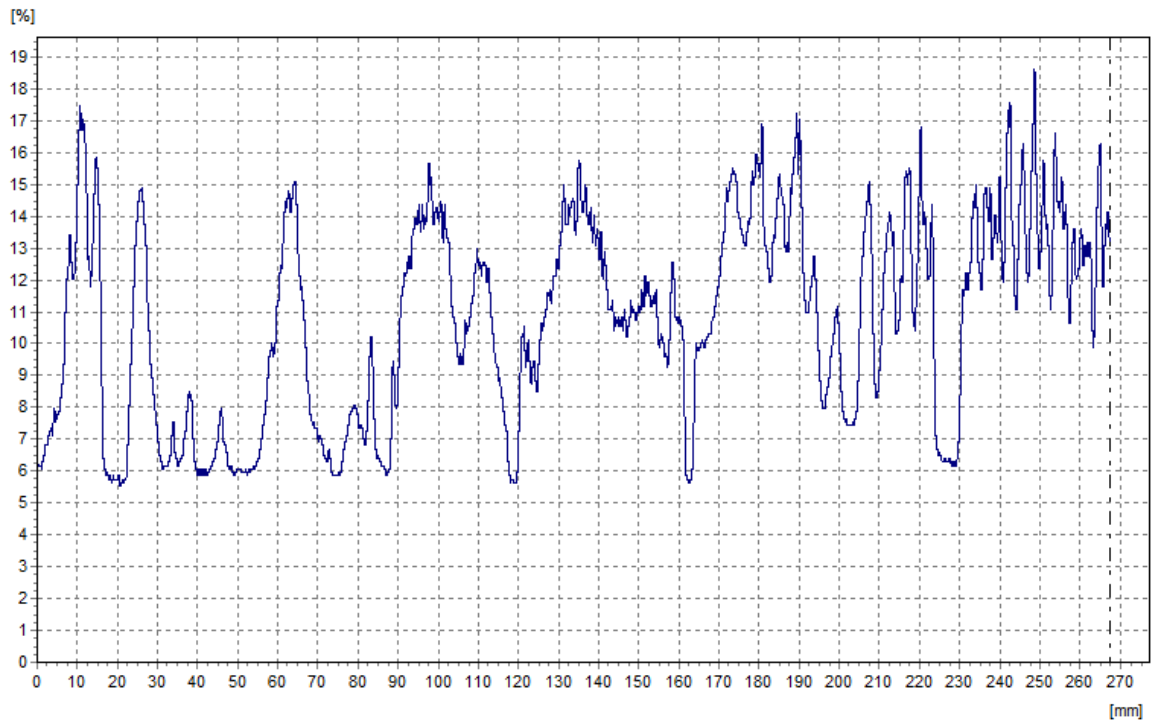
Viga 11 A, primer nivel



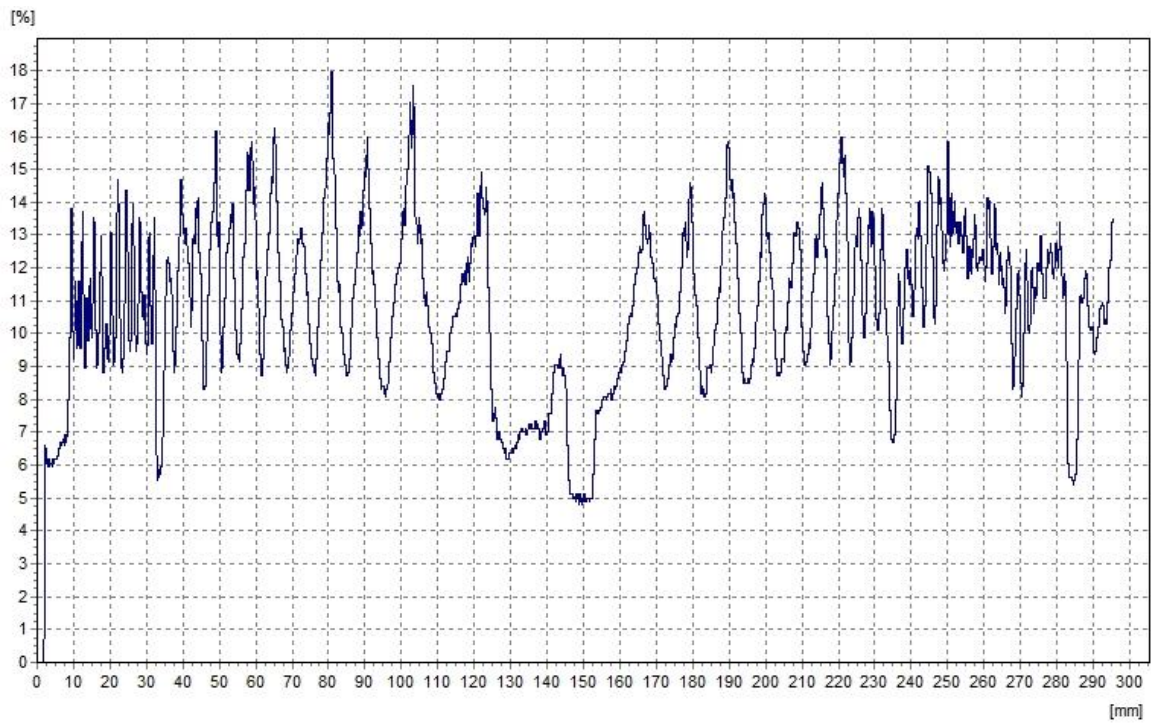
Pilar 11A, primer nivel



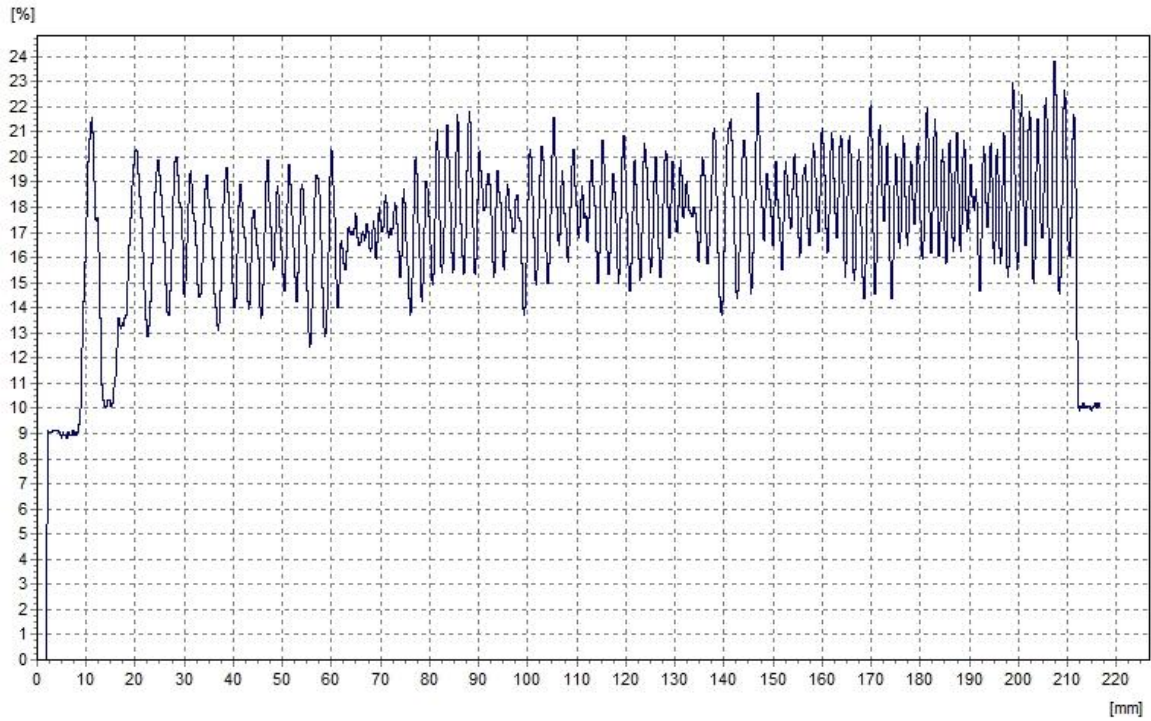
Pilar 11, primer nivel



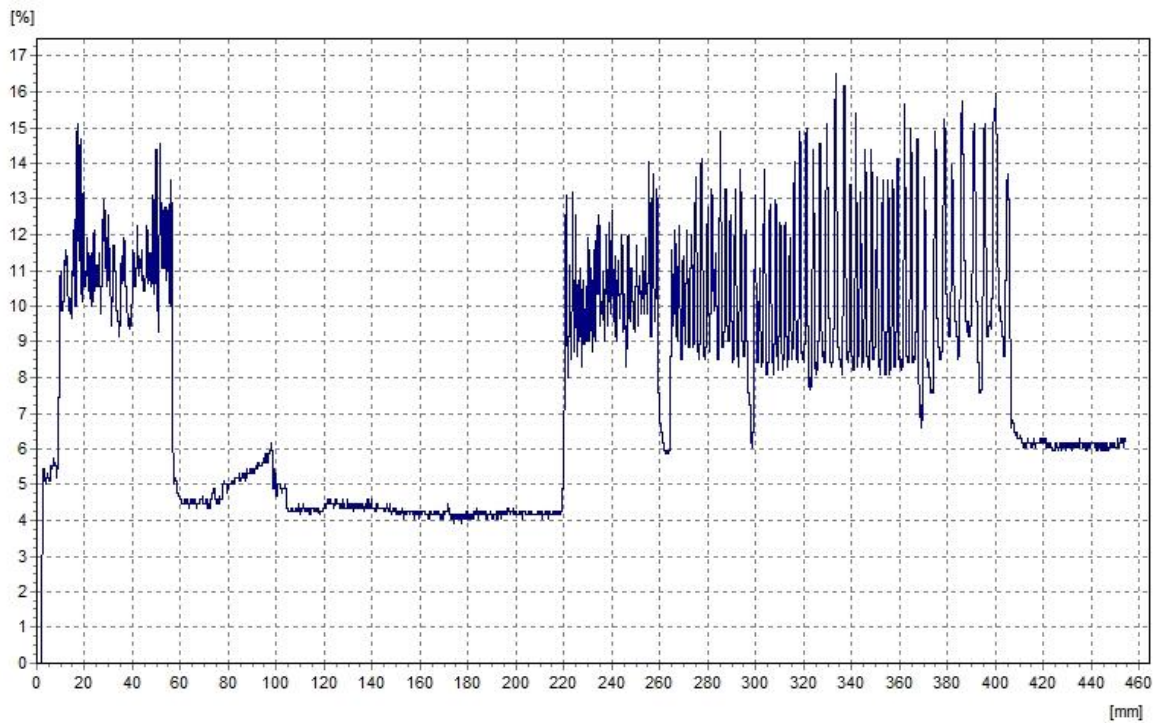
Viga 21-22, segundo nivel



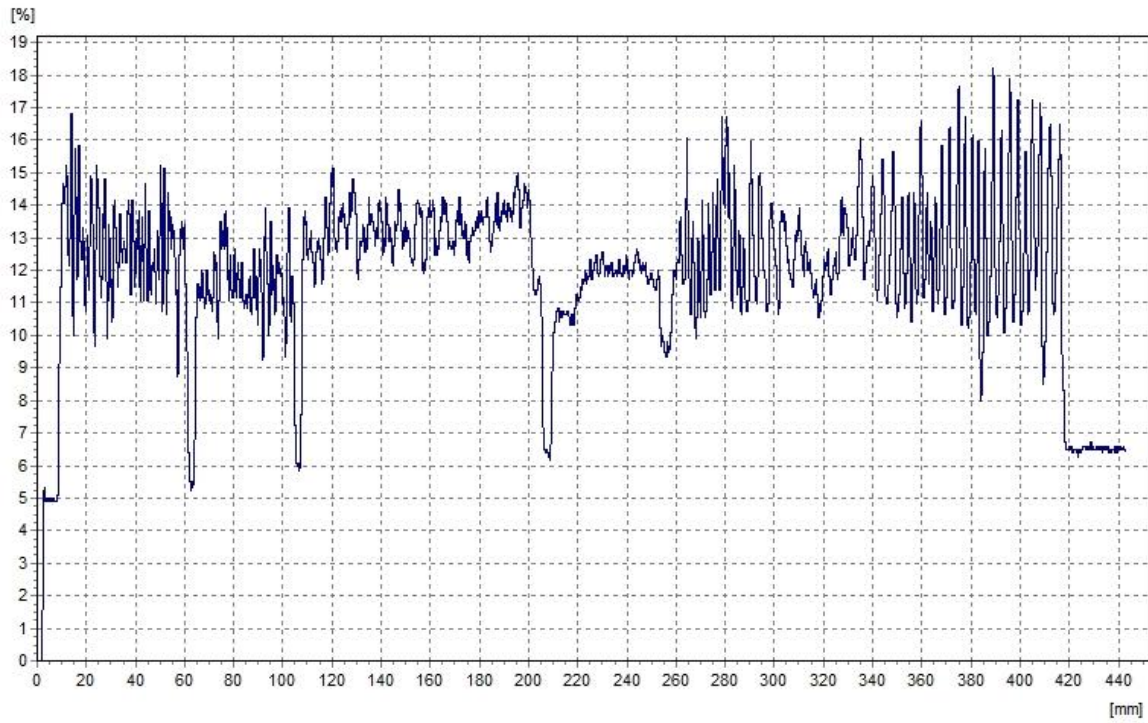
Pilar 24, segundo nivel



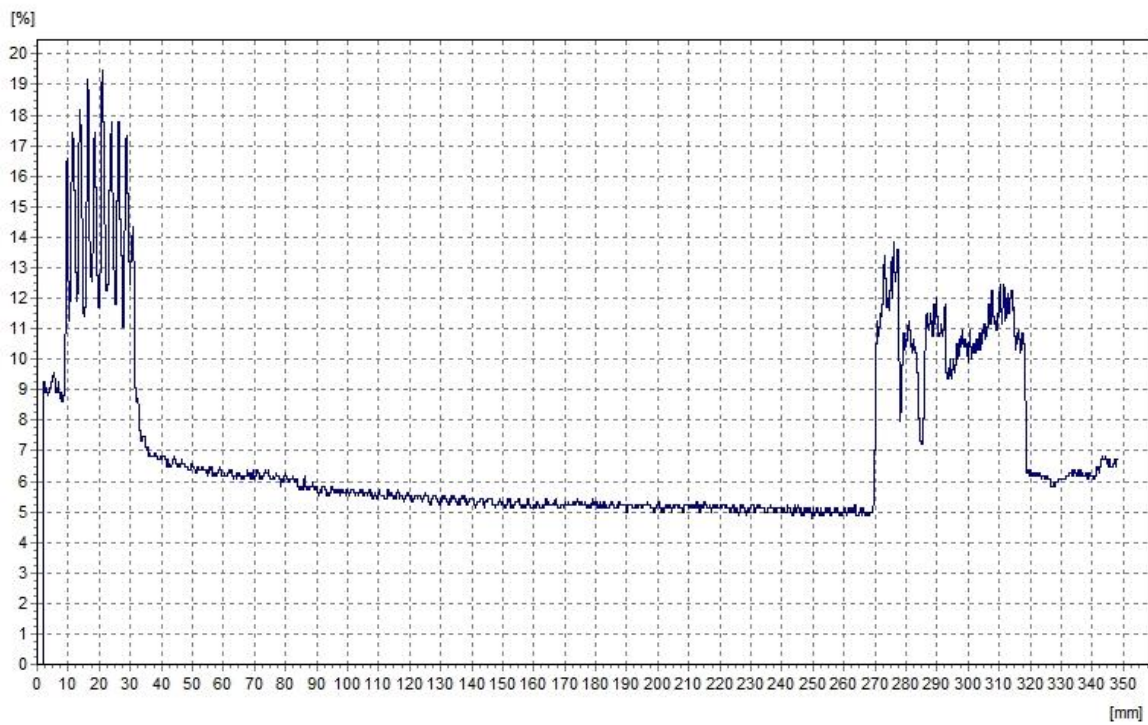
Pilar 31, tercer nivel



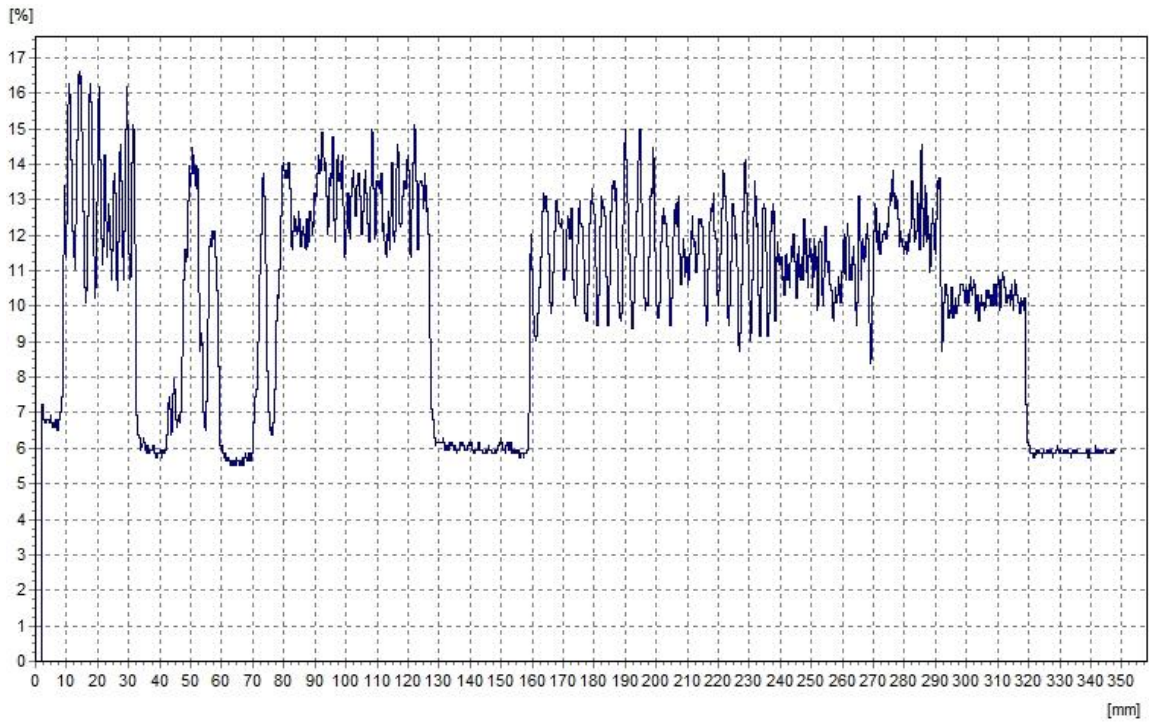
Pilar 35, tercer nivel



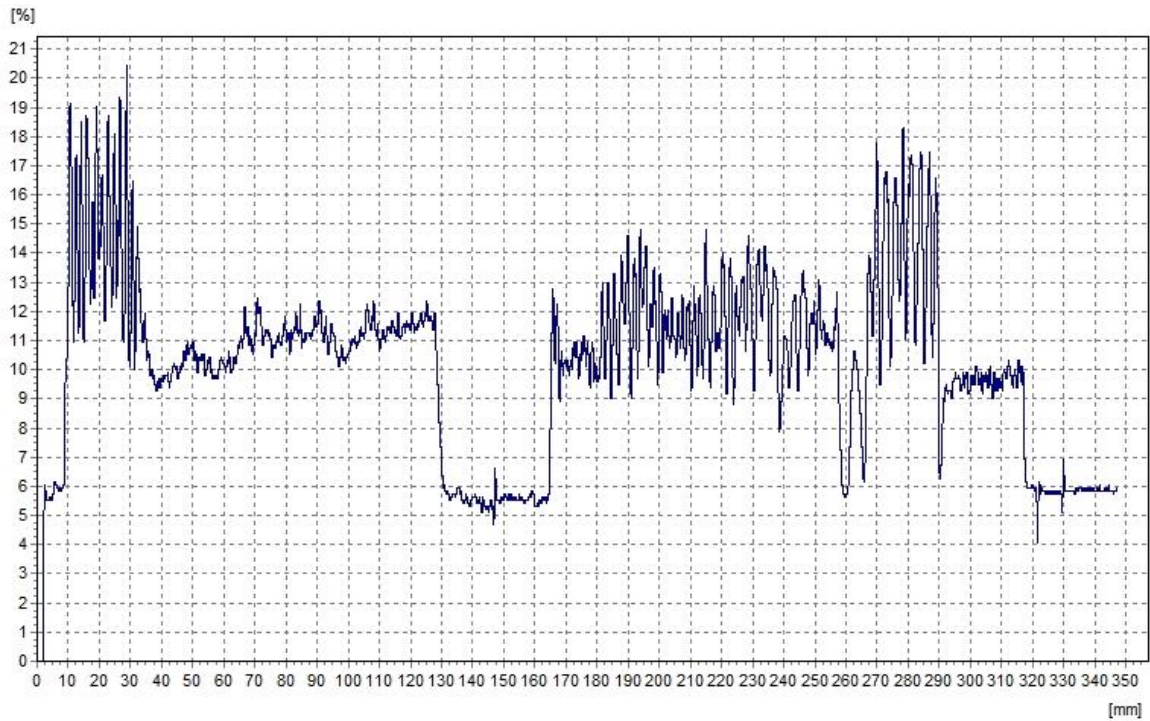
Pilar 37, tercer nivel



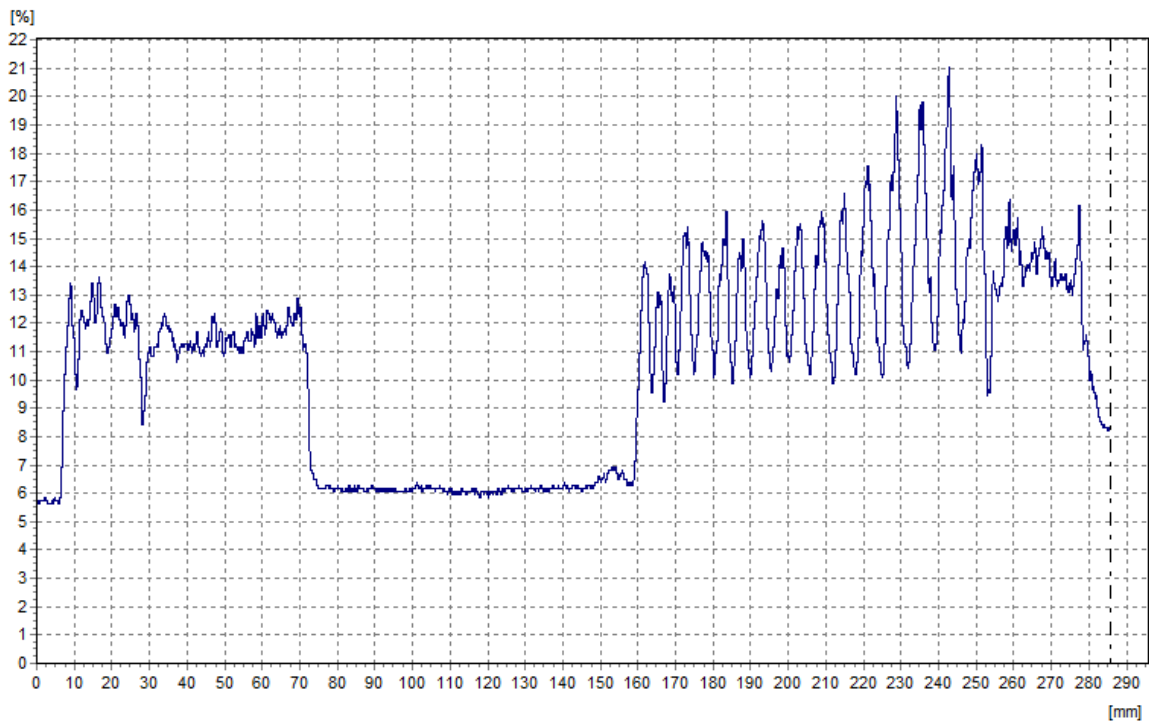
Pilar 39, tercer nivel



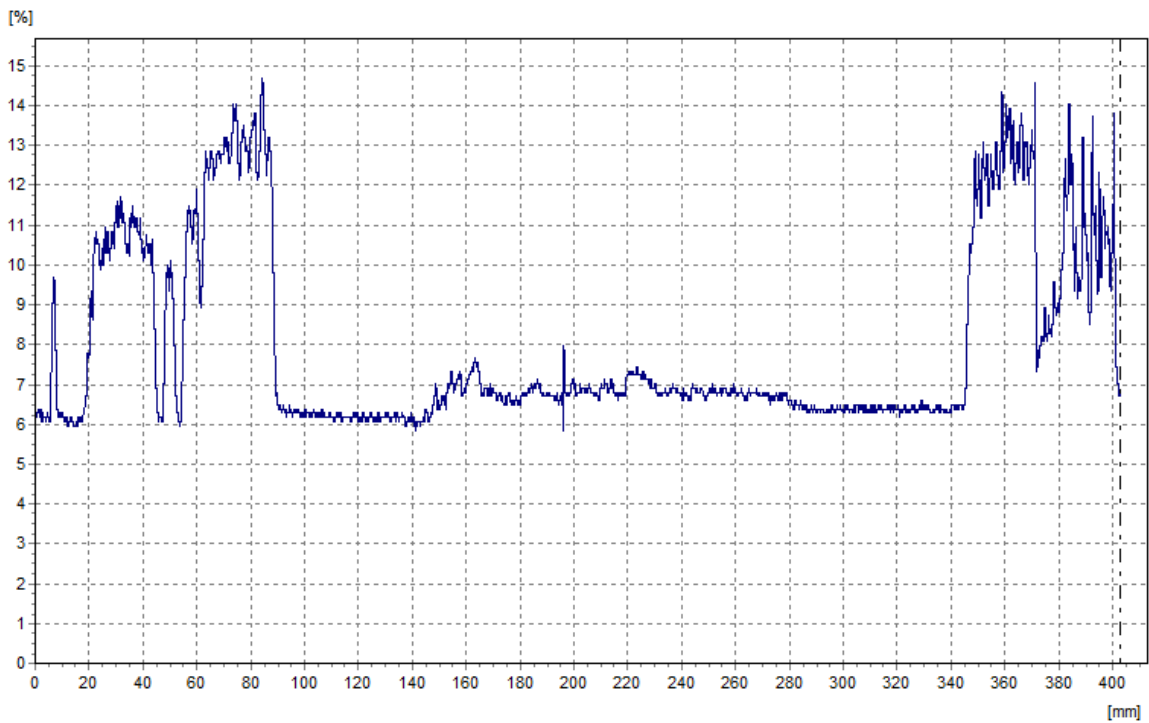
Pilar 40, tercer nivel



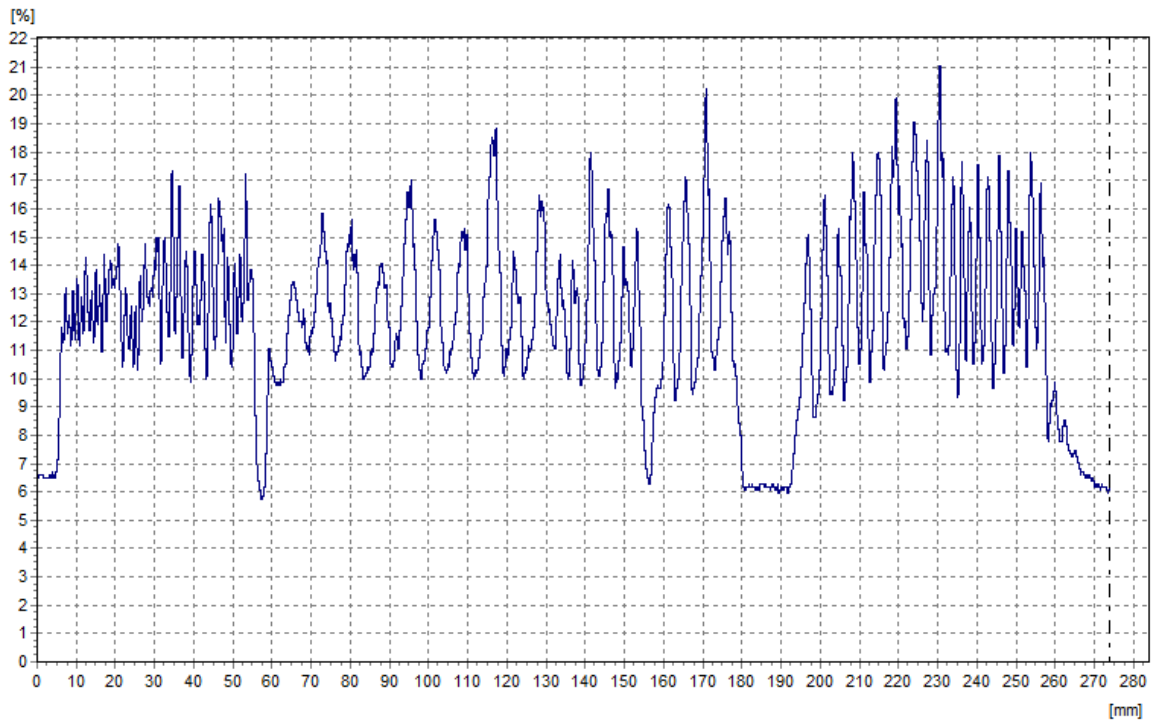
Pilar 41, cuarto nivel



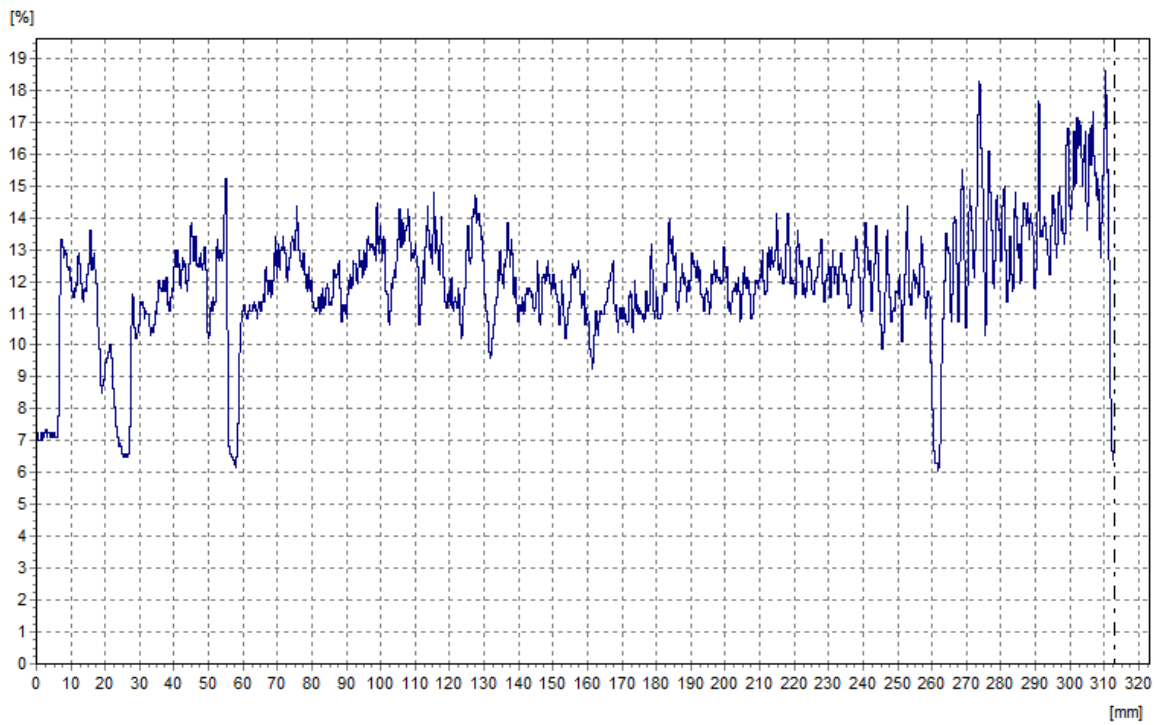
Pilar 42, cuarto nivel



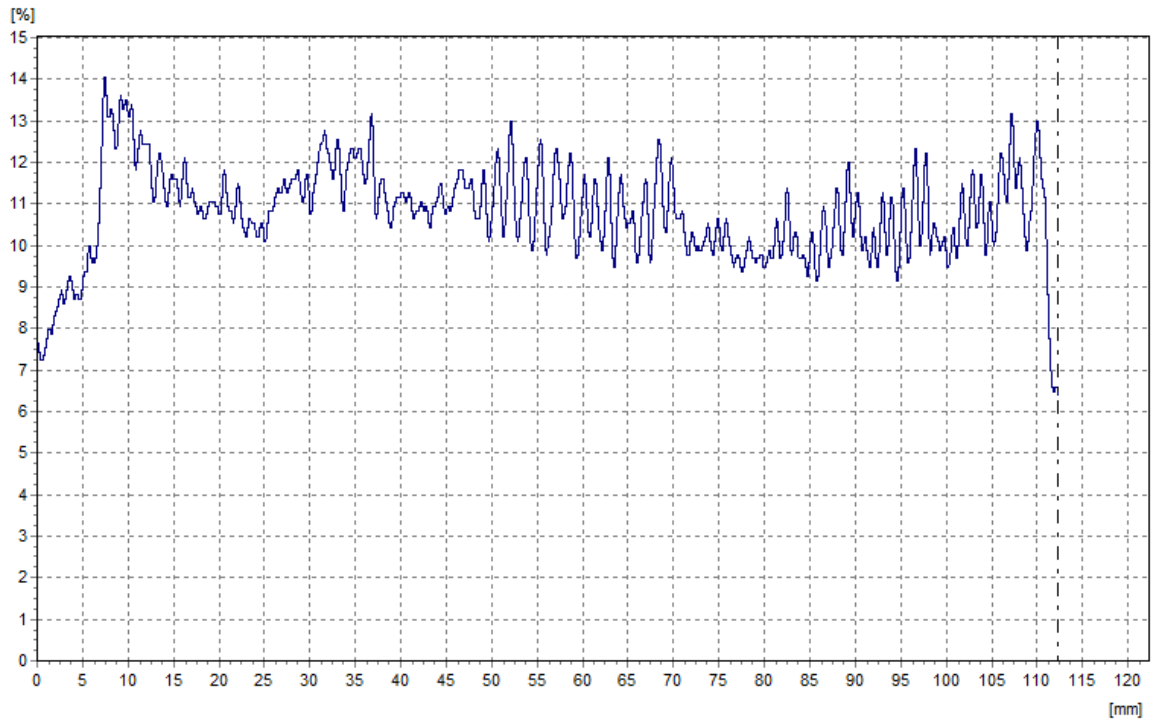
Pilar 54, quinto nivel



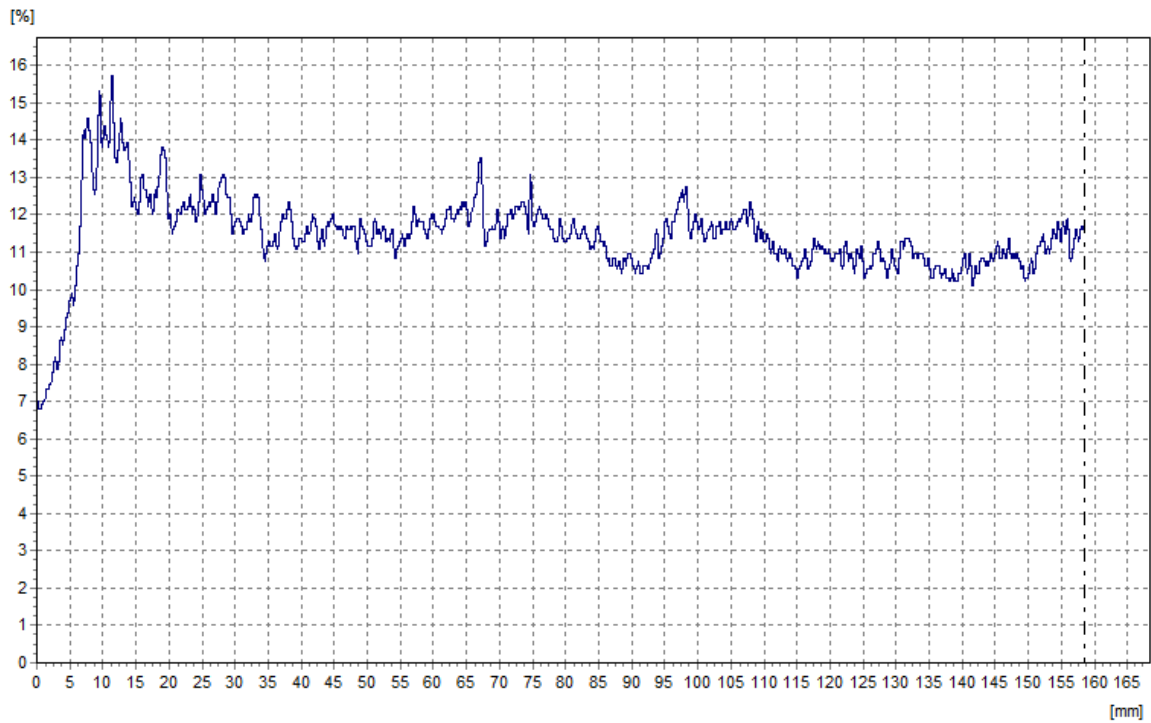
Pilar 54, quinto nivel



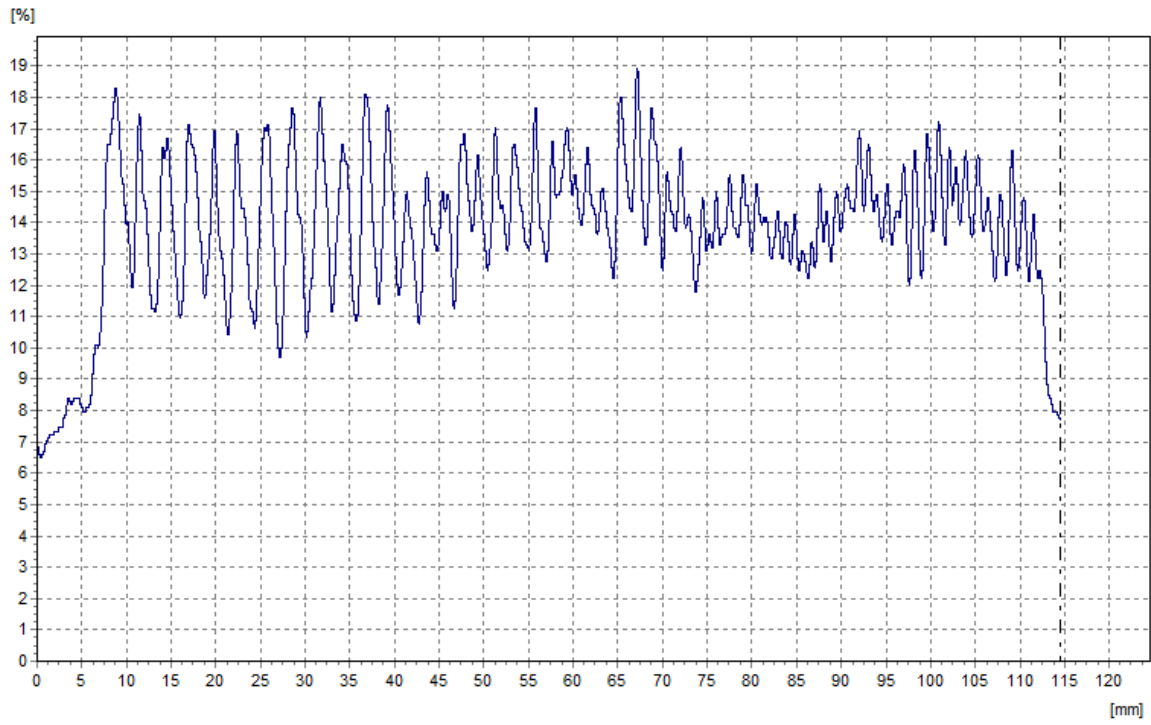
Pilar E1, ojiva



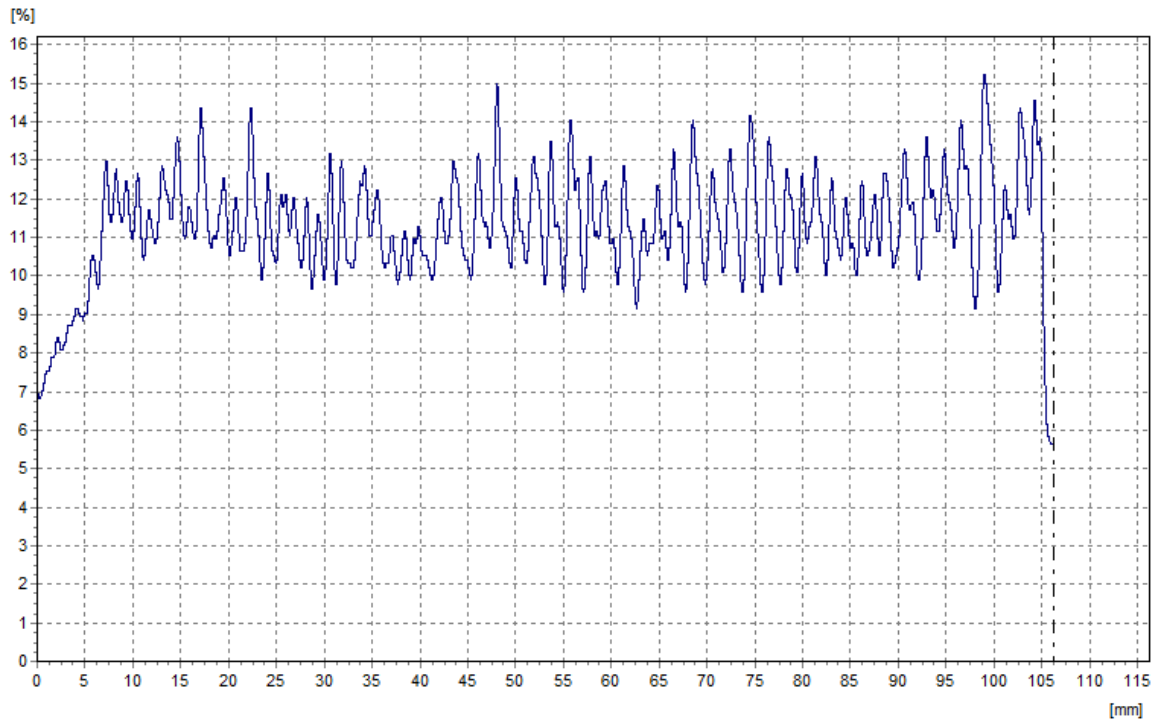
Cercha E7, Ojiva



Pilar E7, Ojiva



Cercha E4, Ojiva



Anexos 6: Temperatura y humedad

PILAR 11									
N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
1	07-06-2016	10:24:00	21,9	71,3	46	07-06-2016	17:54:00	21,8	79,8
2	07-06-2016	10:34:00	21,1	69,2	47	07-06-2016	18:04:00	21,8	78,5
3	07-06-2016	10:44:00	20,2	67,6	48	07-06-2016	18:14:00	21,8	79,3
4	07-06-2016	10:54:00	20,4	73,8	49	07-06-2016	18:24:00	21,8	78,1
5	07-06-2016	11:04:00	20,7	76,4	50	07-06-2016	18:34:00	21,8	78,4
6	07-06-2016	11:14:00	20,8	76,1	51	07-06-2016	18:44:00	21,8	79,3
7	07-06-2016	11:24:00	20,9	75,4	52	07-06-2016	18:54:00	21,8	78
8	07-06-2016	11:34:00	21	77	53	07-06-2016	19:04:00	21,8	78,6
9	07-06-2016	11:44:00	21,1	76,7	54	07-06-2016	19:14:00	21,8	79,3
10	07-06-2016	11:54:00	21,2	76,3	55	07-06-2016	19:24:00	21,8	78,3
11	07-06-2016	12:04:00	21,2	77,7	56	07-06-2016	19:34:00	21,8	78,7
12	07-06-2016	12:14:00	21,3	77,1	57	07-06-2016	19:44:00	21,8	77,5
13	07-06-2016	12:24:00	21,3	76,1	58	07-06-2016	19:54:00	21,8	77,5
14	07-06-2016	12:34:00	21,3	76,4	59	07-06-2016	20:04:00	21,8	77,2
15	07-06-2016	12:44:00	21,3	81,3	60	07-06-2016	20:14:00	21,8	77,5
16	07-06-2016	12:54:00	21,4	82,5	61	07-06-2016	20:24:00	21,8	77,7
17	07-06-2016	13:04:00	21,6	80,2	62	07-06-2016	20:34:00	21,8	79,2
18	07-06-2016	13:14:00	21,4	72,6	63	07-06-2016	20:44:00	21,8	78,7
19	07-06-2016	13:24:00	21,4	75,7	64	07-06-2016	20:54:00	21,8	77,9
20	07-06-2016	13:34:00	21,4	77,9	65	07-06-2016	21:04:00	21,8	78,4
21	07-06-2016	13:44:00	21,4	79,8	66	07-06-2016	21:14:00	21,7	76,2
22	07-06-2016	13:54:00	21,4	79,4	67	07-06-2016	21:24:00	21,7	76,3
23	07-06-2016	14:04:00	21,4	80,7	68	07-06-2016	21:34:00	21,7	76,8
24	07-06-2016	14:14:00	21,4	79,2	69	07-06-2016	21:44:00	21,7	77,4
25	07-06-2016	14:24:00	21,6	80,2	70	07-06-2016	21:54:00	21,7	77,9
26	07-06-2016	14:34:00	21,5	79,3	71	07-06-2016	22:04:00	21,7	76,2
27	07-06-2016	14:44:00	21,5	79,5	72	07-06-2016	22:14:00	21,7	76,4
28	07-06-2016	14:54:00	21,6	80,4	73	07-06-2016	22:24:00	21,7	77,2
29	07-06-2016	15:04:00	21,6	80,4	74	07-06-2016	22:34:00	21,7	76,5
30	07-06-2016	15:14:00	21,7	79,9	75	07-06-2016	22:44:00	21,7	76,2
31	07-06-2016	15:24:00	21,8	79,4	76	07-06-2016	22:54:00	21,6	76,2
32	07-06-2016	15:34:00	21,8	80,5	77	07-06-2016	23:04:00	21,6	76,5
33	07-06-2016	15:44:00	21,7	79,7	78	07-06-2016	23:14:00	21,6	76,6
34	07-06-2016	15:54:00	21,8	79,8	79	07-06-2016	23:24:00	21,6	77
35	07-06-2016	16:04:00	21,8	79,3	80	07-06-2016	23:34:00	21,6	77,3
36	07-06-2016	16:14:00	21,7	80	81	07-06-2016	23:44:00	21,6	76,2
37	07-06-2016	16:24:00	21,8	79,4	82	07-06-2016	23:54:00	21,6	76,4
38	07-06-2016	16:34:00	21,8	79,9	83	08-06-2016	0:04:00	21,6	78,3
39	07-06-2016	16:44:00	21,8	79,2	84	08-06-2016	0:14:00	21,6	77,8
40	07-06-2016	16:54:00	21,8	79,1	85	08-06-2016	0:24:00	21,6	77,8
41	07-06-2016	17:04:00	21,8	80,2	86	08-06-2016	0:34:00	21,6	77
42	07-06-2016	17:14:00	21,8	79,4	87	08-06-2016	0:44:00	21,6	77
43	07-06-2016	17:24:00	21,8	82,2	88	08-06-2016	0:54:00	21,6	75,9
44	07-06-2016	17:34:00	21,9	77,8	89	08-06-2016	1:04:00	21,5	76,4
45	07-06-2016	17:44:00	21,8	77,7	90	08-06-2016	1:14:00	21,5	76,7

N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
91	08-06-2016	1:24:00	21,5	75,6	137	08-06-2016	9:04:00	21,1	74,2
92	08-06-2016	1:34:00	21,4	74,6	138	08-06-2016	9:14:00	21,1	73,9
93	08-06-2016	1:44:00	21,4	76,7	139	08-06-2016	9:24:00	21,1	74,4
94	08-06-2016	1:54:00	21,4	75,8	140	08-06-2016	9:34:00	21,1	74,8
95	08-06-2016	2:04:00	21,4	75,8	141	08-06-2016	9:44:00	21,1	75
96	08-06-2016	2:14:00	21,4	76,6	142	08-06-2016	9:54:00	21,1	75,2
97	08-06-2016	2:24:00	21,4	76,3	143	08-06-2016	10:04:00	21,1	77,9
98	08-06-2016	2:34:00	21,4	75,8	144	08-06-2016	10:14:00	21,1	74,7
99	08-06-2016	2:44:00	21,4	75,8	145	08-06-2016	10:24:00	21,1	75,2
100	08-06-2016	2:54:00	21,4	77,5	146	08-06-2016	10:34:00	21,1	74,3
101	08-06-2016	3:04:00	21,4	76,9	147	08-06-2016	10:44:00	21,1	77,6
102	08-06-2016	3:14:00	21,4	75,9	148	08-06-2016	10:54:00	21,2	78,5
103	08-06-2016	3:24:00	21,4	76,1	149	08-06-2016	11:04:00	21,2	77,8
104	08-06-2016	3:34:00	21,4	75,6	150	08-06-2016	11:14:00	21,1	76,7
105	08-06-2016	3:44:00	21,4	75,9	151	08-06-2016	11:24:00	21,2	75,2
106	08-06-2016	3:54:00	21,4	76,2	152	08-06-2016	11:34:00	21,2	78
107	08-06-2016	4:04:00	21,4	75,8	153	08-06-2016	11:44:00	21,2	77,7
108	08-06-2016	4:14:00	21,4	75,8	154	08-06-2016	11:54:00	21,2	76,9
109	08-06-2016	4:24:00	21,3	76,2	155	08-06-2016	12:04:00	21,2	73,9
110	08-06-2016	4:34:00	21,3	75,3	156	08-06-2016	12:14:00	21,2	73,8
111	08-06-2016	4:44:00	21,3	76,3	157	08-06-2016	12:24:00	21,2	74
112	08-06-2016	4:54:00	21,3	75,2	158	08-06-2016	12:34:00	21,3	80,9
113	08-06-2016	5:04:00	21,3	74,3	159	08-06-2016	12:44:00	21,4	77,6
114	08-06-2016	5:14:00	21,3	75	160	08-06-2016	12:54:00	21,5	86,3
115	08-06-2016	5:24:00	21,3	75,9	161	08-06-2016	13:04:00	21,6	78
116	08-06-2016	5:34:00	21,3	75,5	162	08-06-2016	13:14:00	21,6	74,6
117	08-06-2016	5:44:00	21,3	73,7	163	08-06-2016	13:24:00	21,5	73,5
118	08-06-2016	5:54:00	21,3	75,6	164	08-06-2016	13:34:00	21,6	74,5
119	08-06-2016	6:04:00	21,2	75,7	165	08-06-2016	13:44:00	21,4	78
120	08-06-2016	6:14:00	21,2	74,6	166	08-06-2016	13:54:00	21,4	78,4
121	08-06-2016	6:24:00	21,2	75,1	167	08-06-2016	14:04:00	21,4	78,7
122	08-06-2016	6:34:00	21,2	75,3	168	08-06-2016	14:14:00	21,4	78,3
123	08-06-2016	6:44:00	21,2	75,8	169	08-06-2016	14:24:00	21,5	78,2
124	08-06-2016	6:54:00	21,2	75,4	170	08-06-2016	14:34:00	21,5	79,3
125	08-06-2016	7:04:00	21,2	73,7	171	08-06-2016	14:44:00	21,6	78,5
126	08-06-2016	7:14:00	21,2	75,2	172	08-06-2016	14:54:00	21,5	78,2
127	08-06-2016	7:24:00	21,2	74,8	173	08-06-2016	15:04:00	21,5	78,4
128	08-06-2016	7:34:00	21,2	75,1	174	08-06-2016	15:14:00	21,6	77,9
129	08-06-2016	7:44:00	21,2	75,2	175	08-06-2016	15:24:00	21,6	76,3
130	08-06-2016	7:54:00	21,2	74,4	176	08-06-2016	15:34:00	21,5	77
131	08-06-2016	8:04:00	21,1	75,3	177	08-06-2016	15:44:00	21,5	77,7
132	08-06-2016	8:14:00	21,1	75,1	178	08-06-2016	15:54:00	21,5	77,4
133	08-06-2016	8:24:00	21,1	74,2	179	08-06-2016	16:04:00	21,5	79,6
134	08-06-2016	8:34:00	21,1	73,4	180	08-06-2016	16:14:00	21,5	78,6
135	08-06-2016	8:44:00	21,1	75	181	08-06-2016	16:24:00	21,5	78,9
136	08-06-2016	8:54:00	21,1	74,1	182	08-06-2016	16:34:00	21,6	78,4

PILAR 11									
N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
1	07-06-2016	10:24:00	21,9	71,3	46	07-06-2016	17:54:00	21,8	79,8
2	07-06-2016	10:34:00	21,1	69,2	47	07-06-2016	18:04:00	21,8	78,5
3	07-06-2016	10:44:00	20,2	67,6	48	07-06-2016	18:14:00	21,8	79,3
4	07-06-2016	10:54:00	20,4	73,8	49	07-06-2016	18:24:00	21,8	78,1
5	07-06-2016	11:04:00	20,7	76,4	50	07-06-2016	18:34:00	21,8	78,4
6	07-06-2016	11:14:00	20,8	76,1	51	07-06-2016	18:44:00	21,8	79,3
7	07-06-2016	11:24:00	20,9	75,4	52	07-06-2016	18:54:00	21,8	78
8	07-06-2016	11:34:00	21	77	53	07-06-2016	19:04:00	21,8	78,6
9	07-06-2016	11:44:00	21,1	76,7	54	07-06-2016	19:14:00	21,8	79,3
10	07-06-2016	11:54:00	21,2	76,3	55	07-06-2016	19:24:00	21,8	78,3
11	07-06-2016	12:04:00	21,2	77,7	56	07-06-2016	19:34:00	21,8	78,7
12	07-06-2016	12:14:00	21,3	77,1	57	07-06-2016	19:44:00	21,8	77,5
13	07-06-2016	12:24:00	21,3	76,1	58	07-06-2016	19:54:00	21,8	77,5
14	07-06-2016	12:34:00	21,3	76,4	59	07-06-2016	20:04:00	21,8	77,2
15	07-06-2016	12:44:00	21,3	81,3	60	07-06-2016	20:14:00	21,8	77,5
16	07-06-2016	12:54:00	21,4	82,5	61	07-06-2016	20:24:00	21,8	77,7
17	07-06-2016	13:04:00	21,6	80,2	62	07-06-2016	20:34:00	21,8	79,2
18	07-06-2016	13:14:00	21,4	72,6	63	07-06-2016	20:44:00	21,8	78,7
19	07-06-2016	13:24:00	21,4	75,7	64	07-06-2016	20:54:00	21,8	77,9
20	07-06-2016	13:34:00	21,4	77,9	65	07-06-2016	21:04:00	21,8	78,4
21	07-06-2016	13:44:00	21,4	79,8	66	07-06-2016	21:14:00	21,7	76,2
22	07-06-2016	13:54:00	21,4	79,4	67	07-06-2016	21:24:00	21,7	76,3
23	07-06-2016	14:04:00	21,4	80,7	68	07-06-2016	21:34:00	21,7	76,8
24	07-06-2016	14:14:00	21,4	79,2	69	07-06-2016	21:44:00	21,7	77,4
25	07-06-2016	14:24:00	21,6	80,2	70	07-06-2016	21:54:00	21,7	77,9
26	07-06-2016	14:34:00	21,5	79,3	71	07-06-2016	22:04:00	21,7	76,2
27	07-06-2016	14:44:00	21,5	79,5	72	07-06-2016	22:14:00	21,7	76,4
28	07-06-2016	14:54:00	21,6	80,4	73	07-06-2016	22:24:00	21,7	77,2
29	07-06-2016	15:04:00	21,6	80,4	74	07-06-2016	22:34:00	21,7	76,5
30	07-06-2016	15:14:00	21,7	79,9	75	07-06-2016	22:44:00	21,7	76,2
31	07-06-2016	15:24:00	21,8	79,4	76	07-06-2016	22:54:00	21,6	76,2
32	07-06-2016	15:34:00	21,8	80,5	77	07-06-2016	23:04:00	21,6	76,5
33	07-06-2016	15:44:00	21,7	79,7	78	07-06-2016	23:14:00	21,6	76,6
34	07-06-2016	15:54:00	21,8	79,8	79	07-06-2016	23:24:00	21,6	77
35	07-06-2016	16:04:00	21,8	79,3	80	07-06-2016	23:34:00	21,6	77,3
36	07-06-2016	16:14:00	21,7	80	81	07-06-2016	23:44:00	21,6	76,2
37	07-06-2016	16:24:00	21,8	79,4	82	07-06-2016	23:54:00	21,6	76,4
38	07-06-2016	16:34:00	21,8	79,9	83	08-06-2016	0:04:00	21,6	78,3

39	07-06-2016	16:44:00	21,8	79,2	84	08-06-2016	0:14:00	21,6	77,8
40	07-06-2016	16:54:00	21,8	79,1	85	08-06-2016	0:24:00	21,6	77,8
41	07-06-2016	17:04:00	21,8	80,2	86	08-06-2016	0:34:00	21,6	77
42	07-06-2016	17:14:00	21,8	79,4	87	08-06-2016	0:44:00	21,6	77
43	07-06-2016	17:24:00	21,8	82,2	88	08-06-2016	0:54:00	21,6	75,9
44	07-06-2016	17:34:00	21,9	77,8	89	08-06-2016	1:04:00	21,5	76,4
45	07-06-2016	17:44:00	21,8	77,7	90	08-06-2016	1:14:00	21,5	76,7
N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
91	08-06-2016	1:24:00	21,5	75,6	137	08-06-2016	9:04:00	21,1	74,2
92	08-06-2016	1:34:00	21,4	74,6	138	08-06-2016	9:14:00	21,1	73,9
93	08-06-2016	1:44:00	21,4	76,7	139	08-06-2016	9:24:00	21,1	74,4
94	08-06-2016	1:54:00	21,4	75,8	140	08-06-2016	9:34:00	21,1	74,8
95	08-06-2016	2:04:00	21,4	75,8	141	08-06-2016	9:44:00	21,1	75
96	08-06-2016	2:14:00	21,4	76,6	142	08-06-2016	9:54:00	21,1	75,2
97	08-06-2016	2:24:00	21,4	76,3	143	08-06-2016	10:04:00	21,1	77,9
98	08-06-2016	2:34:00	21,4	75,8	144	08-06-2016	10:14:00	21,1	74,7
99	08-06-2016	2:44:00	21,4	75,8	145	08-06-2016	10:24:00	21,1	75,2
100	08-06-2016	2:54:00	21,4	77,5	146	08-06-2016	10:34:00	21,1	74,3
101	08-06-2016	3:04:00	21,4	76,9	147	08-06-2016	10:44:00	21,1	77,6
102	08-06-2016	3:14:00	21,4	75,9	148	08-06-2016	10:54:00	21,2	78,5
103	08-06-2016	3:24:00	21,4	76,1	149	08-06-2016	11:04:00	21,2	77,8
104	08-06-2016	3:34:00	21,4	75,6	150	08-06-2016	11:14:00	21,1	76,7
105	08-06-2016	3:44:00	21,4	75,9	151	08-06-2016	11:24:00	21,2	75,2
106	08-06-2016	3:54:00	21,4	76,2	152	08-06-2016	11:34:00	21,2	78
107	08-06-2016	4:04:00	21,4	75,8	153	08-06-2016	11:44:00	21,2	77,7
108	08-06-2016	4:14:00	21,4	75,8	154	08-06-2016	11:54:00	21,2	76,9
109	08-06-2016	4:24:00	21,3	76,2	155	08-06-2016	12:04:00	21,2	73,9
110	08-06-2016	4:34:00	21,3	75,3	156	08-06-2016	12:14:00	21,2	73,8
111	08-06-2016	4:44:00	21,3	76,3	157	08-06-2016	12:24:00	21,2	74
112	08-06-2016	4:54:00	21,3	75,2	158	08-06-2016	12:34:00	21,3	80,9
113	08-06-2016	5:04:00	21,3	74,3	159	08-06-2016	12:44:00	21,4	77,6
114	08-06-2016	5:14:00	21,3	75	160	08-06-2016	12:54:00	21,5	86,3
115	08-06-2016	5:24:00	21,3	75,9	161	08-06-2016	13:04:00	21,6	78
116	08-06-2016	5:34:00	21,3	75,5	162	08-06-2016	13:14:00	21,6	74,6
117	08-06-2016	5:44:00	21,3	73,7	163	08-06-2016	13:24:00	21,5	73,5
118	08-06-2016	5:54:00	21,3	75,6	164	08-06-2016	13:34:00	21,6	74,5
119	08-06-2016	6:04:00	21,2	75,7	165	08-06-2016	13:44:00	21,4	78
120	08-06-2016	6:14:00	21,2	74,6	166	08-06-2016	13:54:00	21,4	78,4
121	08-06-2016	6:24:00	21,2	75,1	167	08-06-2016	14:04:00	21,4	78,7
122	08-06-2016	6:34:00	21,2	75,3	168	08-06-2016	14:14:00	21,4	78,3
123	08-06-2016	6:44:00	21,2	75,8	169	08-06-2016	14:24:00	21,5	78,2

124	08-06-2016	6:54:00	21,2	75,4	170	08-06-2016	14:34:00	21,5	79,3
125	08-06-2016	7:04:00	21,2	73,7	171	08-06-2016	14:44:00	21,6	78,5
126	08-06-2016	7:14:00	21,2	75,2	172	08-06-2016	14:54:00	21,5	78,2
127	08-06-2016	7:24:00	21,2	74,8	173	08-06-2016	15:04:00	21,5	78,4
128	08-06-2016	7:34:00	21,2	75,1	174	08-06-2016	15:14:00	21,6	77,9
129	08-06-2016	7:44:00	21,2	75,2	175	08-06-2016	15:24:00	21,6	76,3
130	08-06-2016	7:54:00	21,2	74,4	176	08-06-2016	15:34:00	21,5	77
131	08-06-2016	8:04:00	21,1	75,3	177	08-06-2016	15:44:00	21,5	77,7
132	08-06-2016	8:14:00	21,1	75,1	178	08-06-2016	15:54:00	21,5	77,4
133	08-06-2016	8:24:00	21,1	74,2	179	08-06-2016	16:04:00	21,5	79,6
134	08-06-2016	8:34:00	21,1	73,4	180	08-06-2016	16:14:00	21,5	78,6
135	08-06-2016	8:44:00	21,1	75	181	08-06-2016	16:24:00	21,5	78,9
136	08-06-2016	8:54:00	21,1	74,1	182	08-06-2016	16:34:00	21,6	78,4
N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
183	08-06-2016	16:44:00	21,5	78,6	229	09-06-2016	0:24:00	21,5	76,2
184	08-06-2016	16:54:00	21,5	75,2	230	09-06-2016	0:34:00	21,5	76,1
185	08-06-2016	17:04:00	21,6	74,8	231	09-06-2016	0:44:00	21,6	75,1
186	08-06-2016	17:14:00	21,5	77,5	232	09-06-2016	0:54:00	21,5	75,5
187	08-06-2016	17:24:00	21,7	79,7	233	09-06-2016	1:04:00	21,5	75,6
188	08-06-2016	17:34:00	21,7	77	234	09-06-2016	1:14:00	21,5	75,2
189	08-06-2016	17:44:00	21,8	82,6	235	09-06-2016	1:24:00	21,5	75,1
190	08-06-2016	17:54:00	21,8	81,3	236	09-06-2016	1:34:00	21,5	75,7
191	08-06-2016	18:04:00	21,9	83,1	237	09-06-2016	1:44:00	21,5	75,1
192	08-06-2016	18:14:00	21,9	78,1	238	09-06-2016	1:54:00	21,5	74,5
193	08-06-2016	18:24:00	21,9	78,6	239	09-06-2016	2:04:00	21,5	74,5
194	08-06-2016	18:34:00	21,9	80,1	240	09-06-2016	2:14:00	21,5	74,8
195	08-06-2016	18:44:00	21,8	77,5	241	09-06-2016	2:24:00	21,5	75,8
196	08-06-2016	18:54:00	21,8	78,8	242	09-06-2016	2:34:00	21,5	76,4
197	08-06-2016	19:04:00	21,8	78,5	243	09-06-2016	2:44:00	21,5	75,2
198	08-06-2016	19:14:00	21,8	79,5	244	09-06-2016	2:54:00	21,5	75,3
199	08-06-2016	19:24:00	21,8	79,3	245	09-06-2016	3:04:00	21,5	76,3
200	08-06-2016	19:34:00	21,8	79,1	246	09-06-2016	3:14:00	21,4	75,5
201	08-06-2016	19:44:00	21,8	77,5	247	09-06-2016	3:24:00	21,4	75,1
202	08-06-2016	19:54:00	21,8	76,5	248	09-06-2016	3:34:00	21,4	75
203	08-06-2016	20:04:00	21,8	76,8	249	09-06-2016	3:44:00	21,4	75,2
204	08-06-2016	20:14:00	21,8	76,2	250	09-06-2016	3:54:00	21,4	74,4
205	08-06-2016	20:24:00	21,7	76,6	251	09-06-2016	4:04:00	21,4	74,6
206	08-06-2016	20:34:00	21,7	76,3	252	09-06-2016	4:14:00	21,4	74,2
207	08-06-2016	20:44:00	21,7	77,1	253	09-06-2016	4:24:00	21,4	74,2
208	08-06-2016	20:54:00	21,7	78	254	09-06-2016	4:34:00	21,3	74,6
209	08-06-2016	21:04:00	21,7	76,4	255	09-06-2016	4:44:00	21,3	74,1

210	08-06-2016	21:14:00	21,7	77,2	256	09-06-2016	4:54:00	21,3	74,4
211	08-06-2016	21:24:00	21,7	76,4	257	09-06-2016	5:04:00	21,3	74,3
212	08-06-2016	21:34:00	21,7	76,1	258	09-06-2016	5:14:00	21,3	74,5
213	08-06-2016	21:44:00	21,7	76,1	259	09-06-2016	5:24:00	21,3	73,5
214	08-06-2016	21:54:00	21,7	77,1	260	09-06-2016	5:34:00	21,3	73,9
215	08-06-2016	22:04:00	21,7	75,7	261	09-06-2016	5:44:00	21,3	74,1
216	08-06-2016	22:14:00	21,7	76,9	262	09-06-2016	5:54:00	21,3	73,6
217	08-06-2016	22:24:00	21,7	77,2	263	09-06-2016	6:04:00	21,3	73,5
218	08-06-2016	22:34:00	21,7	75,7	264	09-06-2016	6:14:00	21,3	74,4
219	08-06-2016	22:44:00	21,6	75	265	09-06-2016	6:24:00	21,3	73,6
220	08-06-2016	22:54:00	21,6	75,6	266	09-06-2016	6:34:00	21,3	73,9
221	08-06-2016	23:04:00	21,6	74,4	267	09-06-2016	6:44:00	21,2	73,4
222	08-06-2016	23:14:00	21,6	75,8	268	09-06-2016	6:54:00	21,2	73
223	08-06-2016	23:24:00	21,6	75,5	269	09-06-2016	7:04:00	21,2	73,8
224	08-06-2016	23:34:00	21,6	75,1	270	09-06-2016	7:14:00	21,2	73,8
225	08-06-2016	23:44:00	21,6	76,2	271	09-06-2016	7:24:00	21,2	73,5
226	08-06-2016	23:54:00	21,5	74,9	272	09-06-2016	7:34:00	21,2	73,5
227	09-06-2016	0:04:00	21,5	76,6	273	09-06-2016	7:44:00	21,2	73,2
228	09-06-2016	0:14:00	21,6	77	274	09-06-2016	7:54:00	21,2	74,5
N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
275	09-06-2016	8:04:00	21,2	73,6	321	09-06-2016	15:44:00	21,4	78,1
276	09-06-2016	8:14:00	21,2	73,7	322	09-06-2016	15:54:00	21,4	77,3
277	09-06-2016	8:24:00	21,2	73,7	323	09-06-2016	16:04:00	21,4	77,1
278	09-06-2016	8:34:00	21,2	74	324	09-06-2016	16:14:00	21,4	76,7
279	09-06-2016	8:44:00	21,1	73,4	325	09-06-2016	16:24:00	21,4	76,8
280	09-06-2016	8:54:00	21,1	73,5	326	09-06-2016	16:34:00	21,4	76
281	09-06-2016	9:04:00	21,1	73,8	327	09-06-2016	16:44:00	21,5	77,4
282	09-06-2016	9:14:00	21,1	74	328	09-06-2016	16:54:00	21,5	78,3
283	09-06-2016	9:24:00	21,1	74,8	329	09-06-2016	17:04:00	21,5	77,7
284	09-06-2016	9:34:00	21,1	74,8	330	09-06-2016	17:14:00	21,5	77,5
285	09-06-2016	9:44:00	21,1	74,3	331	09-06-2016	17:24:00	21,5	77,4
286	09-06-2016	9:54:00	21,1	73,8	332	09-06-2016	17:34:00	21,5	75,5
287	09-06-2016	10:04:00	21,1	73,8	333	09-06-2016	17:44:00	21,4	75,6
288	09-06-2016	10:14:00	21,1	73,5	334	09-06-2016	17:54:00	21,4	76,2
289	09-06-2016	10:24:00	21,1	73,6	335	09-06-2016	18:04:00	21,4	75,8
290	09-06-2016	10:34:00	21,1	73,1	336	09-06-2016	18:14:00	21,4	76,1
291	09-06-2016	10:44:00	21,1	73,6	337	09-06-2016	18:24:00	21,4	75,8
292	09-06-2016	10:54:00	21,1	74,6	338	09-06-2016	18:34:00	21,4	74,7
293	09-06-2016	11:04:00	21,1	73,2	339	09-06-2016	18:44:00	21,4	74,4
294	09-06-2016	11:14:00	21,1	73,4	340	09-06-2016	18:54:00	21,4	75,1
295	09-06-2016	11:24:00	21,1	73,9	341	09-06-2016	19:04:00	21,4	77,1

296	09-06-2016	11:34:00	21,1	75,1	342	09-06-2016	19:14:00	21,4	74,8
297	09-06-2016	11:44:00	21,2	75,4	343	09-06-2016	19:24:00	21,3	74,6
298	09-06-2016	11:54:00	21,2	75,1	344	09-06-2016	19:34:00	21,3	74,8
299	09-06-2016	12:04:00	21,1	74,9	345	09-06-2016	19:44:00	21,3	75,7
300	09-06-2016	12:14:00	21,2	74,5	346	09-06-2016	19:54:00	21,3	75,7
301	09-06-2016	12:24:00	21,2	75,6	347	09-06-2016	20:04:00	21,3	74,2
302	09-06-2016	12:34:00	21,2	74,6	348	09-06-2016	20:14:00	21,3	74,8
303	09-06-2016	12:44:00	21,2	75,8	349	09-06-2016	20:24:00	21,3	75,1
304	09-06-2016	12:54:00	21,2	75,7	350	09-06-2016	20:34:00	21,3	74,6
305	09-06-2016	13:04:00	21,2	75,5	351	09-06-2016	20:44:00	21,3	74,7
306	09-06-2016	13:14:00	21,2	74,3	352	09-06-2016	20:54:00	21,3	74,7
307	09-06-2016	13:24:00	21,2	77,8	353	09-06-2016	21:04:00	21,2	74,2
308	09-06-2016	13:34:00	21,3	77	354	09-06-2016	21:14:00	21,2	74,3
309	09-06-2016	13:44:00	21,3	76,5	355	09-06-2016	21:24:00	21,2	75
310	09-06-2016	13:54:00	21,4	76,3	356	09-06-2016	21:34:00	21,2	74,5
311	09-06-2016	14:04:00	21,3	76,7	357	09-06-2016	21:44:00	21,2	74,3
312	09-06-2016	14:14:00	21,3	75,4	358	09-06-2016	21:54:00	21,2	73,7
313	09-06-2016	14:24:00	21,3	77,3	359	09-06-2016	22:04:00	21,2	74,3
314	09-06-2016	14:34:00	21,3	77,1	360	09-06-2016	22:14:00	21,2	74,6
315	09-06-2016	14:44:00	21,4	77	361	09-06-2016	22:24:00	21,2	73,6
316	09-06-2016	14:54:00	21,3	77,5	362	09-06-2016	22:34:00	21,1	74,2
317	09-06-2016	15:04:00	21,3	76,5	363	09-06-2016	22:44:00	21,1	74,5
318	09-06-2016	15:14:00	21,4	76,4	364	09-06-2016	22:54:00	21,1	74,2
319	09-06-2016	15:24:00	21,4	76,7	365	09-06-2016	23:04:00	21,1	76,5
320	09-06-2016	15:34:00	21,4	76,6	366	09-06-2016	23:14:00	20,9	75,2
N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
367	09-06-2016	23:24:00	21	75,6	413	10-06-2016	7:04:00	20,6	72,8
368	09-06-2016	23:34:00	20,9	75,8	414	10-06-2016	7:14:00	20,6	73,1
369	09-06-2016	23:44:00	20,9	76,3	415	10-06-2016	7:24:00	20,5	72,9
370	09-06-2016	23:54:00	20,9	75,5	416	10-06-2016	7:34:00	20,5	73,1
371	10-06-2016	0:04:00	20,9	74,9	417	10-06-2016	7:44:00	20,5	72,5
372	10-06-2016	0:14:00	20,9	76,1	418	10-06-2016	7:54:00	20,5	73,4
373	10-06-2016	0:24:00	20,9	75,1	419	10-06-2016	8:04:00	20,5	73,6
374	10-06-2016	0:34:00	20,9	74,8	420	10-06-2016	8:14:00	20,5	73,5
375	10-06-2016	0:44:00	20,9	75,7	421	10-06-2016	8:24:00	20,5	73,6
376	10-06-2016	0:54:00	20,9	75,6	422	10-06-2016	8:34:00	20,5	74,6
377	10-06-2016	1:04:00	20,9	75,4	423	10-06-2016	8:44:00	20,4	73
378	10-06-2016	1:14:00	20,9	74,3	424	10-06-2016	8:54:00	20,4	72,9
379	10-06-2016	1:24:00	20,9	75,4	425	10-06-2016	9:04:00	20,4	73,5
380	10-06-2016	1:34:00	20,9	74,5	426	10-06-2016	9:14:00	20,4	73,3
381	10-06-2016	1:44:00	20,9	74,6	427	10-06-2016	9:24:00	20,4	73,7

382	10-06-2016	1:54:00	20,9	74,2	428	10-06-2016	9:34:00	20,4	73,4
383	10-06-2016	2:04:00	20,9	74,7	429	10-06-2016	9:44:00	20,4	74
384	10-06-2016	2:14:00	20,9	74,3	430	10-06-2016	9:54:00	20,4	74,9
385	10-06-2016	2:24:00	20,9	74,7	431	10-06-2016	10:04:00	20,4	73,8
386	10-06-2016	2:34:00	20,9	74,6	432	10-06-2016	10:14:00	20,4	74
387	10-06-2016	2:44:00	20,9	73,9	433	10-06-2016	10:24:00	20,4	74,9
388	10-06-2016	2:54:00	20,9	73,5	434	10-06-2016	10:34:00	20,4	74,6
389	10-06-2016	3:04:00	20,8	74					
390	10-06-2016	3:14:00	20,8	73,3					
391	10-06-2016	3:24:00	20,8	73,1					
392	10-06-2016	3:34:00	20,8	73,1					
393	10-06-2016	3:44:00	20,8	72,7					
394	10-06-2016	3:54:00	20,8	72,6					
395	10-06-2016	4:04:00	20,7	73,3					
396	10-06-2016	4:14:00	20,7	72,8					
397	10-06-2016	4:24:00	20,7	72,7					
398	10-06-2016	4:34:00	20,7	72,6					
399	10-06-2016	4:44:00	20,7	72,8					
400	10-06-2016	4:54:00	20,7	73					
401	10-06-2016	5:04:00	20,7	72,4					
402	10-06-2016	5:14:00	20,7	72,1					
403	10-06-2016	5:24:00	20,7	72,4					
404	10-06-2016	5:34:00	20,7	72,1					
405	10-06-2016	5:44:00	20,6	73,1					
406	10-06-2016	5:54:00	20,6	72,6					
407	10-06-2016	6:04:00	20,6	72,1					
408	10-06-2016	6:14:00	20,6	72,7					
409	10-06-2016	6:24:00	20,6	73,5					
410	10-06-2016	6:34:00	20,6	72,9					
411	10-06-2016	6:44:00	20,6	72,4					
412	10-06-2016	6:54:00	20,6	73,5					

N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
183	08-06-2016	16:44:00	21,5	78,6	229	09-06-2016	0:24:00	21,5	76,2
184	08-06-2016	16:54:00	21,5	75,2	230	09-06-2016	0:34:00	21,5	76,1
185	08-06-2016	17:04:00	21,6	74,8	231	09-06-2016	0:44:00	21,6	75,1
186	08-06-2016	17:14:00	21,5	77,5	232	09-06-2016	0:54:00	21,5	75,5
187	08-06-2016	17:24:00	21,7	79,7	233	09-06-2016	1:04:00	21,5	75,6
188	08-06-2016	17:34:00	21,7	77	234	09-06-2016	1:14:00	21,5	75,2
189	08-06-2016	17:44:00	21,8	82,6	235	09-06-2016	1:24:00	21,5	75,1
190	08-06-2016	17:54:00	21,8	81,3	236	09-06-2016	1:34:00	21,5	75,7
191	08-06-2016	18:04:00	21,9	83,1	237	09-06-2016	1:44:00	21,5	75,1
192	08-06-2016	18:14:00	21,9	78,1	238	09-06-2016	1:54:00	21,5	74,5
193	08-06-2016	18:24:00	21,9	78,6	239	09-06-2016	2:04:00	21,5	74,5
194	08-06-2016	18:34:00	21,9	80,1	240	09-06-2016	2:14:00	21,5	74,8
195	08-06-2016	18:44:00	21,8	77,5	241	09-06-2016	2:24:00	21,5	75,8
196	08-06-2016	18:54:00	21,8	78,8	242	09-06-2016	2:34:00	21,5	76,4
197	08-06-2016	19:04:00	21,8	78,5	243	09-06-2016	2:44:00	21,5	75,2
198	08-06-2016	19:14:00	21,8	79,5	244	09-06-2016	2:54:00	21,5	75,3
199	08-06-2016	19:24:00	21,8	79,3	245	09-06-2016	3:04:00	21,5	76,3
200	08-06-2016	19:34:00	21,8	79,1	246	09-06-2016	3:14:00	21,4	75,5
201	08-06-2016	19:44:00	21,8	77,5	247	09-06-2016	3:24:00	21,4	75,1
202	08-06-2016	19:54:00	21,8	76,5	248	09-06-2016	3:34:00	21,4	75
203	08-06-2016	20:04:00	21,8	76,8	249	09-06-2016	3:44:00	21,4	75,2
204	08-06-2016	20:14:00	21,8	76,2	250	09-06-2016	3:54:00	21,4	74,4
205	08-06-2016	20:24:00	21,7	76,6	251	09-06-2016	4:04:00	21,4	74,6
206	08-06-2016	20:34:00	21,7	76,3	252	09-06-2016	4:14:00	21,4	74,2
207	08-06-2016	20:44:00	21,7	77,1	253	09-06-2016	4:24:00	21,4	74,2
208	08-06-2016	20:54:00	21,7	78	254	09-06-2016	4:34:00	21,3	74,6
209	08-06-2016	21:04:00	21,7	76,4	255	09-06-2016	4:44:00	21,3	74,1
210	08-06-2016	21:14:00	21,7	77,2	256	09-06-2016	4:54:00	21,3	74,4
211	08-06-2016	21:24:00	21,7	76,4	257	09-06-2016	5:04:00	21,3	74,3
212	08-06-2016	21:34:00	21,7	76,1	258	09-06-2016	5:14:00	21,3	74,5
213	08-06-2016	21:44:00	21,7	76,1	259	09-06-2016	5:24:00	21,3	73,5
214	08-06-2016	21:54:00	21,7	77,1	260	09-06-2016	5:34:00	21,3	73,9
215	08-06-2016	22:04:00	21,7	75,7	261	09-06-2016	5:44:00	21,3	74,1
216	08-06-2016	22:14:00	21,7	76,9	262	09-06-2016	5:54:00	21,3	73,6
217	08-06-2016	22:24:00	21,7	77,2	263	09-06-2016	6:04:00	21,3	73,5
218	08-06-2016	22:34:00	21,7	75,7	264	09-06-2016	6:14:00	21,3	74,4
219	08-06-2016	22:44:00	21,6	75	265	09-06-2016	6:24:00	21,3	73,6
220	08-06-2016	22:54:00	21,6	75,6	266	09-06-2016	6:34:00	21,3	73,9
221	08-06-2016	23:04:00	21,6	74,4	267	09-06-2016	6:44:00	21,2	73,4
222	08-06-2016	23:14:00	21,6	75,8	268	09-06-2016	6:54:00	21,2	73
223	08-06-2016	23:24:00	21,6	75,5	269	09-06-2016	7:04:00	21,2	73,8
224	08-06-2016	23:34:00	21,6	75,1	270	09-06-2016	7:14:00	21,2	73,8
225	08-06-2016	23:44:00	21,6	76,2	271	09-06-2016	7:24:00	21,2	73,5
226	08-06-2016	23:54:00	21,5	74,9	272	09-06-2016	7:34:00	21,2	73,5
227	09-06-2016	0:04:00	21,5	76,6	273	09-06-2016	7:44:00	21,2	73,2
228	09-06-2016	0:14:00	21,6	77	274	09-06-2016	7:54:00	21,2	74,5

N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
275	09-06-2016	8:04:00	21,2	73,6	321	09-06-2016	15:44:00	21,4	78,1
276	09-06-2016	8:14:00	21,2	73,7	322	09-06-2016	15:54:00	21,4	77,3
277	09-06-2016	8:24:00	21,2	73,7	323	09-06-2016	16:04:00	21,4	77,1
278	09-06-2016	8:34:00	21,2	74	324	09-06-2016	16:14:00	21,4	76,7
279	09-06-2016	8:44:00	21,1	73,4	325	09-06-2016	16:24:00	21,4	76,8
280	09-06-2016	8:54:00	21,1	73,5	326	09-06-2016	16:34:00	21,4	76
281	09-06-2016	9:04:00	21,1	73,8	327	09-06-2016	16:44:00	21,5	77,4
282	09-06-2016	9:14:00	21,1	74	328	09-06-2016	16:54:00	21,5	78,3
283	09-06-2016	9:24:00	21,1	74,8	329	09-06-2016	17:04:00	21,5	77,7
284	09-06-2016	9:34:00	21,1	74,8	330	09-06-2016	17:14:00	21,5	77,5
285	09-06-2016	9:44:00	21,1	74,3	331	09-06-2016	17:24:00	21,5	77,4
286	09-06-2016	9:54:00	21,1	73,8	332	09-06-2016	17:34:00	21,5	75,5
287	09-06-2016	10:04:00	21,1	73,8	333	09-06-2016	17:44:00	21,4	75,6
288	09-06-2016	10:14:00	21,1	73,5	334	09-06-2016	17:54:00	21,4	76,2
289	09-06-2016	10:24:00	21,1	73,6	335	09-06-2016	18:04:00	21,4	75,8
290	09-06-2016	10:34:00	21,1	73,1	336	09-06-2016	18:14:00	21,4	76,1
291	09-06-2016	10:44:00	21,1	73,6	337	09-06-2016	18:24:00	21,4	75,8
292	09-06-2016	10:54:00	21,1	74,6	338	09-06-2016	18:34:00	21,4	74,7
293	09-06-2016	11:04:00	21,1	73,2	339	09-06-2016	18:44:00	21,4	74,4
294	09-06-2016	11:14:00	21,1	73,4	340	09-06-2016	18:54:00	21,4	75,1
295	09-06-2016	11:24:00	21,1	73,9	341	09-06-2016	19:04:00	21,4	77,1
296	09-06-2016	11:34:00	21,1	75,1	342	09-06-2016	19:14:00	21,4	74,8
297	09-06-2016	11:44:00	21,2	75,4	343	09-06-2016	19:24:00	21,3	74,6
298	09-06-2016	11:54:00	21,2	75,1	344	09-06-2016	19:34:00	21,3	74,8
299	09-06-2016	12:04:00	21,1	74,9	345	09-06-2016	19:44:00	21,3	75,7
300	09-06-2016	12:14:00	21,2	74,5	346	09-06-2016	19:54:00	21,3	75,7
301	09-06-2016	12:24:00	21,2	75,6	347	09-06-2016	20:04:00	21,3	74,2
302	09-06-2016	12:34:00	21,2	74,6	348	09-06-2016	20:14:00	21,3	74,8
303	09-06-2016	12:44:00	21,2	75,8	349	09-06-2016	20:24:00	21,3	75,1
304	09-06-2016	12:54:00	21,2	75,7	350	09-06-2016	20:34:00	21,3	74,6
305	09-06-2016	13:04:00	21,2	75,5	351	09-06-2016	20:44:00	21,3	74,7
306	09-06-2016	13:14:00	21,2	74,3	352	09-06-2016	20:54:00	21,3	74,7
307	09-06-2016	13:24:00	21,2	77,8	353	09-06-2016	21:04:00	21,2	74,2
308	09-06-2016	13:34:00	21,3	77	354	09-06-2016	21:14:00	21,2	74,3
309	09-06-2016	13:44:00	21,3	76,5	355	09-06-2016	21:24:00	21,2	75
310	09-06-2016	13:54:00	21,4	76,3	356	09-06-2016	21:34:00	21,2	74,5
311	09-06-2016	14:04:00	21,3	76,7	357	09-06-2016	21:44:00	21,2	74,3
312	09-06-2016	14:14:00	21,3	75,4	358	09-06-2016	21:54:00	21,2	73,7
313	09-06-2016	14:24:00	21,3	77,3	359	09-06-2016	22:04:00	21,2	74,3
314	09-06-2016	14:34:00	21,3	77,1	360	09-06-2016	22:14:00	21,2	74,6
315	09-06-2016	14:44:00	21,4	77	361	09-06-2016	22:24:00	21,2	73,6
316	09-06-2016	14:54:00	21,3	77,5	362	09-06-2016	22:34:00	21,1	74,2
317	09-06-2016	15:04:00	21,3	76,5	363	09-06-2016	22:44:00	21,1	74,5
318	09-06-2016	15:14:00	21,4	76,4	364	09-06-2016	22:54:00	21,1	74,2
319	09-06-2016	15:24:00	21,4	76,7	365	09-06-2016	23:04:00	21,1	76,5
320	09-06-2016	15:34:00	21,4	76,6	366	09-06-2016	23:14:00	20,9	75,2

N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
367	09-06-2016	23:24:00	21	75,6	413	10-06-2016	7:04:00	20,6	72,8
368	09-06-2016	23:34:00	20,9	75,8	414	10-06-2016	7:14:00	20,6	73,1
369	09-06-2016	23:44:00	20,9	76,3	415	10-06-2016	7:24:00	20,5	72,9
370	09-06-2016	23:54:00	20,9	75,5	416	10-06-2016	7:34:00	20,5	73,1
371	10-06-2016	0:04:00	20,9	74,9	417	10-06-2016	7:44:00	20,5	72,5
372	10-06-2016	0:14:00	20,9	76,1	418	10-06-2016	7:54:00	20,5	73,4
373	10-06-2016	0:24:00	20,9	75,1	419	10-06-2016	8:04:00	20,5	73,6
374	10-06-2016	0:34:00	20,9	74,8	420	10-06-2016	8:14:00	20,5	73,5
375	10-06-2016	0:44:00	20,9	75,7	421	10-06-2016	8:24:00	20,5	73,6
376	10-06-2016	0:54:00	20,9	75,6	422	10-06-2016	8:34:00	20,5	74,6
377	10-06-2016	1:04:00	20,9	75,4	423	10-06-2016	8:44:00	20,4	73
378	10-06-2016	1:14:00	20,9	74,3	424	10-06-2016	8:54:00	20,4	72,9
379	10-06-2016	1:24:00	20,9	75,4	425	10-06-2016	9:04:00	20,4	73,5
380	10-06-2016	1:34:00	20,9	74,5	426	10-06-2016	9:14:00	20,4	73,3
381	10-06-2016	1:44:00	20,9	74,6	427	10-06-2016	9:24:00	20,4	73,7
382	10-06-2016	1:54:00	20,9	74,2	428	10-06-2016	9:34:00	20,4	73,4
383	10-06-2016	2:04:00	20,9	74,7	429	10-06-2016	9:44:00	20,4	74
384	10-06-2016	2:14:00	20,9	74,3	430	10-06-2016	9:54:00	20,4	74,9
385	10-06-2016	2:24:00	20,9	74,7	431	10-06-2016	10:04:00	20,4	73,8
386	10-06-2016	2:34:00	20,9	74,6	432	10-06-2016	10:14:00	20,4	74
387	10-06-2016	2:44:00	20,9	73,9	433	10-06-2016	10:24:00	20,4	74,9
388	10-06-2016	2:54:00	20,9	73,5	434	10-06-2016	10:34:00	20,4	74,6
389	10-06-2016	3:04:00	20,8	74					
390	10-06-2016	3:14:00	20,8	73,3					
391	10-06-2016	3:24:00	20,8	73,1					
392	10-06-2016	3:34:00	20,8	73,1					
393	10-06-2016	3:44:00	20,8	72,7					
394	10-06-2016	3:54:00	20,8	72,6					
395	10-06-2016	4:04:00	20,7	73,3					
396	10-06-2016	4:14:00	20,7	72,8					
397	10-06-2016	4:24:00	20,7	72,7					
398	10-06-2016	4:34:00	20,7	72,6					
399	10-06-2016	4:44:00	20,7	72,8					
400	10-06-2016	4:54:00	20,7	73					
401	10-06-2016	5:04:00	20,7	72,4					
402	10-06-2016	5:14:00	20,7	72,1					
403	10-06-2016	5:24:00	20,7	72,4					
404	10-06-2016	5:34:00	20,7	72,1					
405	10-06-2016	5:44:00	20,6	73,1					
406	10-06-2016	5:54:00	20,6	72,6					
407	10-06-2016	6:04:00	20,6	72,1					
408	10-06-2016	6:14:00	20,6	72,7					
409	10-06-2016	6:24:00	20,6	73,5					
410	10-06-2016	6:34:00	20,6	72,9					
411	10-06-2016	6:44:00	20,6	72,4					
412	10-06-2016	6:54:00	20,6	73,5					

2° NIVEL									
N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
1	07-06-2016	9:22:00	21,7	63,2	46	07-06-2016	16:52:00	20,2	63,7
2	07-06-2016	9:32:00	20,2	63,2	47	07-06-2016	17:02:00	20,1	64,7
3	07-06-2016	9:42:00	19,3	67,2	48	07-06-2016	17:12:00	19,9	64,3
4	07-06-2016	9:52:00	18,8	66,7	49	07-06-2016	17:22:00	19,9	64,9
5	07-06-2016	10:02:00	18,6	69	50	07-06-2016	17:32:00	19,7	65,9
6	07-06-2016	10:12:00	18,6	70,2	51	07-06-2016	17:42:00	19,7	67,3
7	07-06-2016	10:22:00	18,4	71,3	52	07-06-2016	17:52:00	19,7	67,6
8	07-06-2016	10:32:00	18,5	72,1	53	07-06-2016	18:02:00	19,6	67,9
9	07-06-2016	10:42:00	18,5	73	54	07-06-2016	18:12:00	19,6	68,4
10	07-06-2016	10:52:00	18,7	74,6	55	07-06-2016	18:22:00	19,5	68,6
11	07-06-2016	11:02:00	18,8	73,8	56	07-06-2016	18:32:00	19,4	69,1
12	07-06-2016	11:12:00	18,8	73	57	07-06-2016	18:42:00	19,5	69,5
13	07-06-2016	11:22:00	18,8	73,2	58	07-06-2016	18:52:00	19,4	69,9
14	07-06-2016	11:32:00	18,9	72,1	59	07-06-2016	19:02:00	19,3	70,3
15	07-06-2016	11:42:00	18,9	68,6	60	07-06-2016	19:12:00	19,3	70,5
16	07-06-2016	11:52:00	18,9	67,6	61	07-06-2016	19:22:00	19,2	69,8
17	07-06-2016	12:02:00	18,9	66,1	62	07-06-2016	19:32:00	19,3	70,6
18	07-06-2016	12:12:00	19,2	70,7	63	07-06-2016	19:42:00	19,2	70,8
19	07-06-2016	12:22:00	19,2	67,8	64	07-06-2016	19:52:00	19,2	70,7
20	07-06-2016	12:32:00	19,3	70,6	65	07-06-2016	20:02:00	19,2	71,5
21	07-06-2016	12:42:00	19,3	65,4	66	07-06-2016	20:12:00	19,1	70,6
22	07-06-2016	12:52:00	19,4	67,6	67	07-06-2016	20:22:00	19,1	70,6
23	07-06-2016	13:02:00	19,6	67,2	68	07-06-2016	20:32:00	19,1	71,9
24	07-06-2016	13:12:00	19,7	65,9	69	07-06-2016	20:42:00	19,1	73,7
25	07-06-2016	13:22:00	19,7	65,5	70	07-06-2016	20:52:00	19,1	70,7
26	07-06-2016	13:32:00	19,8	64	71	07-06-2016	21:02:00	19	70
27	07-06-2016	13:42:00	19,7	63,1	72	07-06-2016	21:12:00	19	73,1
28	07-06-2016	13:52:00	19,7	63,2	73	07-06-2016	21:22:00	19	71,9
29	07-06-2016	14:02:00	19,8	63,1	74	07-06-2016	21:32:00	19	72,6
30	07-06-2016	14:12:00	19,7	62,2	75	07-06-2016	21:42:00	19	74
31	07-06-2016	14:22:00	19,7	61,8	76	07-06-2016	21:52:00	19	74,7
32	07-06-2016	14:32:00	19,7	62,2	77	07-06-2016	22:02:00	18,9	71,9
33	07-06-2016	14:42:00	19,9	61,6	78	07-06-2016	22:12:00	18,9	72,8
34	07-06-2016	14:52:00	19,9	61,9	79	07-06-2016	22:22:00	18,9	75
35	07-06-2016	15:02:00	20,1	62,8	80	07-06-2016	22:32:00	18,9	73,9
36	07-06-2016	15:12:00	20,4	63,5	81	07-06-2016	22:42:00	18,9	74,4
37	07-06-2016	15:22:00	20,4	62,4	82	07-06-2016	22:52:00	18,9	74
38	07-06-2016	15:32:00	20,4	61,6	83	07-06-2016	23:02:00	18,9	72,4
39	07-06-2016	15:42:00	20,3	60,9	84	07-06-2016	23:12:00	18,8	70,4
40	07-06-2016	15:52:00	20,4	64,9	85	07-06-2016	23:22:00	18,8	70,5
41	07-06-2016	16:02:00	20,5	66,6	86	07-06-2016	23:32:00	18,8	71,1
42	07-06-2016	16:12:00	20,4	67,6	87	07-06-2016	23:42:00	18,7	71,4
43	07-06-2016	16:22:00	20,3	68,3	88	07-06-2016	23:52:00	18,7	71,1
44	07-06-2016	16:32:00	20,3	64,1	89	08-06-2016	0:02:00	18,7	71,1
45	07-06-2016	16:42:00	20,2	64,7	90	08-06-2016	0:12:00	18,7	71,4

N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
91	08-06-2016	0:22:00	18,7	72,4	137	08-06-2016	8:02:00	17,9	71,2
92	08-06-2016	0:32:00	18,6	73,9	138	08-06-2016	8:12:00	17,9	69,1
93	08-06-2016	0:42:00	18,6	72,6	139	08-06-2016	8:22:00	17,9	72,3
94	08-06-2016	0:52:00	18,6	72,5	140	08-06-2016	8:32:00	17,9	75,1
95	08-06-2016	1:02:00	18,6	72	141	08-06-2016	8:42:00	17,9	74,5
96	08-06-2016	1:12:00	18,6	72,5	142	08-06-2016	8:52:00	17,9	75,3
97	08-06-2016	1:22:00	18,6	73,8	143	08-06-2016	9:02:00	17,9	71,2
98	08-06-2016	1:32:00	18,6	74	144	08-06-2016	9:12:00	17,9	71,8
99	08-06-2016	1:42:00	18,6	73,5	145	08-06-2016	9:22:00	18,1	69,2
100	08-06-2016	1:52:00	18,5	71,7	146	08-06-2016	9:32:00	18,4	67,3
101	08-06-2016	2:02:00	18,5	71,9	147	08-06-2016	9:42:00	18,6	65,6
102	08-06-2016	2:12:00	18,4	72,1	148	08-06-2016	9:52:00	18,5	64,7
103	08-06-2016	2:22:00	18,4	71,5	149	08-06-2016	10:02:00	18,4	65,8
104	08-06-2016	2:32:00	18,4	72,5	150	08-06-2016	10:12:00	18,4	65,6
105	08-06-2016	2:42:00	18,4	71,9	151	08-06-2016	10:22:00	18,4	65,9
106	08-06-2016	2:52:00	18,3	72	152	08-06-2016	10:32:00	18,6	67,4
107	08-06-2016	3:02:00	18,3	72,2	153	08-06-2016	10:42:00	18,6	67
108	08-06-2016	3:12:00	18,3	72,7	154	08-06-2016	10:52:00	18,7	69,6
109	08-06-2016	3:22:00	18,3	74,1	155	08-06-2016	11:02:00	18,7	68,5
110	08-06-2016	3:32:00	18,3	72,7	156	08-06-2016	11:12:00	18,6	64,2
111	08-06-2016	3:42:00	18,3	73,6	157	08-06-2016	11:22:00	18,6	62,7
112	08-06-2016	3:52:00	18,2	74,5	158	08-06-2016	11:32:00	18,6	63
113	08-06-2016	4:02:00	18,2	75,9	159	08-06-2016	11:42:00	18,6	64,3
114	08-06-2016	4:12:00	18,2	75,8	160	08-06-2016	11:52:00	18,6	63,6
115	08-06-2016	4:22:00	18,3	76	161	08-06-2016	12:02:00	18,7	62,6
116	08-06-2016	4:32:00	18,3	76,7	162	08-06-2016	12:12:00	18,6	62,1
117	08-06-2016	4:42:00	18,2	76	163	08-06-2016	12:22:00	18,6	62,3
118	08-06-2016	4:52:00	18,2	76,8	164	08-06-2016	12:32:00	18,6	62,2
119	08-06-2016	5:02:00	18,2	76,9	165	08-06-2016	12:42:00	18,8	62,8
120	08-06-2016	5:12:00	18,2	75	166	08-06-2016	12:52:00	19	63,2
121	08-06-2016	5:22:00	18,2	75,1	167	08-06-2016	13:02:00	19	62,5
122	08-06-2016	5:32:00	18,2	73,9	168	08-06-2016	13:12:00	19,1	61,9
123	08-06-2016	5:42:00	18,2	72,2	169	08-06-2016	13:22:00	19,2	61
124	08-06-2016	5:52:00	18,2	73,8	170	08-06-2016	13:32:00	19,3	61,2
125	08-06-2016	6:02:00	18,1	75	171	08-06-2016	13:42:00	19,3	60,9
126	08-06-2016	6:12:00	18,1	71,6	172	08-06-2016	13:52:00	19,4	60,7
127	08-06-2016	6:22:00	18,1	75	173	08-06-2016	14:02:00	19,4	60,6
128	08-06-2016	6:32:00	18,1	74,9	174	08-06-2016	14:12:00	19,4	60,1
129	08-06-2016	6:42:00	18,1	72,9	175	08-06-2016	14:22:00	19,4	59,6
130	08-06-2016	6:52:00	18,1	71,6	176	08-06-2016	14:32:00	19,6	60,4
131	08-06-2016	7:02:00	18,1	74,6	177	08-06-2016	14:42:00	19,8	60,7
132	08-06-2016	7:12:00	18	73,2	178	08-06-2016	14:52:00	19,8	60,5
133	08-06-2016	7:22:00	18	71	179	08-06-2016	15:02:00	19,9	62,3
134	08-06-2016	7:32:00	18	70,2	180	08-06-2016	15:12:00	19,9	60,7
135	08-06-2016	7:42:00	17,9	68,6	181	08-06-2016	15:22:00	19,9	63,1
136	08-06-2016	7:52:00	17,9	72,6	182	08-06-2016	15:32:00	20,1	66,4

N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
183	08-06-2016	15:42:00	20,2	63,4	229	08-06-2016	23:22:00	18,4	68,7
184	08-06-2016	15:52:00	20,1	63,3	230	08-06-2016	23:32:00	18,4	69,6
185	08-06-2016	16:02:00	20,1	60,5	231	08-06-2016	23:42:00	18,4	69
186	08-06-2016	16:12:00	20,1	60,1	232	08-06-2016	23:52:00	18,4	69
187	08-06-2016	16:22:00	20,1	60,4	233	09-06-2016	0:02:00	18,4	70,4
188	08-06-2016	16:32:00	20	59,8	234	09-06-2016	0:12:00	18,3	70,2
189	08-06-2016	16:42:00	20	61	235	09-06-2016	0:22:00	18,3	69,4
190	08-06-2016	16:52:00	19,8	59,8	236	09-06-2016	0:32:00	18,3	69,5
191	08-06-2016	17:02:00	19,8	60	237	09-06-2016	0:42:00	18,3	70,4
192	08-06-2016	17:12:00	19,7	61	238	09-06-2016	0:52:00	18,3	71
193	08-06-2016	17:22:00	19,6	60,8	239	09-06-2016	1:02:00	18,3	71,9
194	08-06-2016	17:32:00	19,6	61,1	240	09-06-2016	1:12:00	18,3	71,2
195	08-06-2016	17:42:00	19,6	61,6	241	09-06-2016	1:22:00	18,3	69,8
196	08-06-2016	17:52:00	19,4	62,2	242	09-06-2016	1:32:00	18,2	69,8
197	08-06-2016	18:02:00	19,4	62,8	243	09-06-2016	1:42:00	18,2	70,4
198	08-06-2016	18:12:00	19,2	63,4	244	09-06-2016	1:52:00	18,2	69,9
199	08-06-2016	18:22:00	19,2	64,6	245	09-06-2016	2:02:00	18,2	70
200	08-06-2016	18:32:00	19,1	65,3	246	09-06-2016	2:12:00	18,2	72,8
201	08-06-2016	18:42:00	19	65,8	247	09-06-2016	2:22:00	18,2	70,5
202	08-06-2016	18:52:00	19,1	66	248	09-06-2016	2:32:00	18,2	72,3
203	08-06-2016	19:02:00	18,9	66	249	09-06-2016	2:42:00	18,2	70,9
204	08-06-2016	19:12:00	18,9	66,3	250	09-06-2016	2:52:00	18,2	72,9
205	08-06-2016	19:22:00	18,8	66,9	251	09-06-2016	3:02:00	18,2	70,9
206	08-06-2016	19:32:00	18,8	66,2	252	09-06-2016	3:12:00	18,2	72,6
207	08-06-2016	19:42:00	18,8	67,2	253	09-06-2016	3:22:00	18,2	73,8
208	08-06-2016	19:52:00	18,7	67,6	254	09-06-2016	3:32:00	18,2	74,1
209	08-06-2016	20:02:00	18,7	67,8	255	09-06-2016	3:42:00	18,2	74,4
210	08-06-2016	20:12:00	18,7	67,9	256	09-06-2016	3:52:00	18,2	74,8
211	08-06-2016	20:22:00	18,7	68,4	257	09-06-2016	4:02:00	18,2	74,2
212	08-06-2016	20:32:00	18,7	68,4	258	09-06-2016	4:12:00	18,2	75,4
213	08-06-2016	20:42:00	18,7	68,3	259	09-06-2016	4:22:00	18,2	72,8
214	08-06-2016	20:52:00	18,7	67,8	260	09-06-2016	4:32:00	18,2	72,3
215	08-06-2016	21:02:00	18,6	67,8	261	09-06-2016	4:42:00	18,1	73,7
216	08-06-2016	21:12:00	18,6	68,1	262	09-06-2016	4:52:00	18,1	70,2
217	08-06-2016	21:22:00	18,6	68,8	263	09-06-2016	5:02:00	18,1	73,1
218	08-06-2016	21:32:00	18,6	69,3	264	09-06-2016	5:12:00	18,1	74,7
219	08-06-2016	21:42:00	18,6	69	265	09-06-2016	5:22:00	18,1	73,5
220	08-06-2016	21:52:00	18,6	69,1	266	09-06-2016	5:32:00	18,1	75,1
221	08-06-2016	22:02:00	18,6	71,9	267	09-06-2016	5:42:00	18,1	72,9
222	08-06-2016	22:12:00	18,6	72	268	09-06-2016	5:52:00	18,1	72,3
223	08-06-2016	22:22:00	18,6	70,5	269	09-06-2016	6:02:00	18,1	75,2
224	08-06-2016	22:32:00	18,6	70,5	270	09-06-2016	6:12:00	18	75,1
225	08-06-2016	22:42:00	18,6	72	271	09-06-2016	6:22:00	18	74,8
226	08-06-2016	22:52:00	18,6	70,3	272	09-06-2016	6:32:00	18	75,2
227	08-06-2016	23:02:00	18,5	69,7	273	09-06-2016	6:42:00	18	75,7
228	08-06-2016	23:12:00	18,5	68,8	274	09-06-2016	6:52:00	18	76,3

N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
275	09-06-2016	7:02:00	18	75,6	321	09-06-2016	14:42:00	18,3	65,9
276	09-06-2016	7:12:00	18	75,5	322	09-06-2016	14:52:00	18,3	65,8
277	09-06-2016	7:22:00	17,9	76,4	323	09-06-2016	15:02:00	18,3	65,5
278	09-06-2016	7:32:00	17,9	75,7	324	09-06-2016	15:12:00	18,3	65,4
279	09-06-2016	7:42:00	17,9	76,2	325	09-06-2016	15:22:00	18,3	65,6
280	09-06-2016	7:52:00	17,9	76,7	326	09-06-2016	15:32:00	18,3	66,1
281	09-06-2016	8:02:00	17,9	74,8	327	09-06-2016	15:42:00	18,3	66,2
282	09-06-2016	8:12:00	17,9	76	328	09-06-2016	15:52:00	18,3	65,5
283	09-06-2016	8:22:00	17,9	74	329	09-06-2016	16:02:00	18,2	65,2
284	09-06-2016	8:32:00	17,9	75,8	330	09-06-2016	16:12:00	18,2	65,1
285	09-06-2016	8:42:00	17,9	76	331	09-06-2016	16:22:00	18,2	65,6
286	09-06-2016	8:52:00	17,9	75,6	332	09-06-2016	16:32:00	18,2	66,4
287	09-06-2016	9:02:00	17,9	75,2	333	09-06-2016	16:42:00	18,2	66,8
288	09-06-2016	9:12:00	17,9	73,7	334	09-06-2016	16:52:00	18,1	66,4
289	09-06-2016	9:22:00	17,9	76	335	09-06-2016	17:02:00	18,1	66,1
290	09-06-2016	9:32:00	17,9	74,5	336	09-06-2016	17:12:00	18	65,9
291	09-06-2016	9:42:00	17,9	73,8	337	09-06-2016	17:22:00	18,1	66,3
292	09-06-2016	9:52:00	17,9	72,2	338	09-06-2016	17:32:00	18	66,4
293	09-06-2016	10:02:00	17,9	72,3	339	09-06-2016	17:42:00	18	66,9
294	09-06-2016	10:12:00	17,9	75,9	340	09-06-2016	17:52:00	18	67,2
295	09-06-2016	10:22:00	17,9	73,2	341	09-06-2016	18:02:00	18	67,3
296	09-06-2016	10:32:00	17,9	72	342	09-06-2016	18:12:00	17,9	68,9
297	09-06-2016	10:42:00	17,9	70,9	343	09-06-2016	18:22:00	17,9	68,3
298	09-06-2016	10:52:00	17,9	69,2	344	09-06-2016	18:32:00	17,9	68
299	09-06-2016	11:02:00	17,9	70,9	345	09-06-2016	18:42:00	17,9	69,4
300	09-06-2016	11:12:00	17,9	72,2	346	09-06-2016	18:52:00	17,9	68,7
301	09-06-2016	11:22:00	17,9	69,8	347	09-06-2016	19:02:00	17,9	71,2
302	09-06-2016	11:32:00	17,9	69,1	348	09-06-2016	19:12:00	17,9	70,2
303	09-06-2016	11:42:00	17,9	68,7	349	09-06-2016	19:22:00	17,9	71,1
304	09-06-2016	11:52:00	18	68,5	350	09-06-2016	19:32:00	17,9	70,5
305	09-06-2016	12:02:00	17,9	67,8	351	09-06-2016	19:42:00	17,9	69,6
306	09-06-2016	12:12:00	18,1	67,8	352	09-06-2016	19:52:00	17,8	69,1
307	09-06-2016	12:22:00	18,1	67,8	353	09-06-2016	20:02:00	17,8	69,5
308	09-06-2016	12:32:00	18,2	67,5	354	09-06-2016	20:12:00	17,8	69,4
309	09-06-2016	12:42:00	18,2	67,4	355	09-06-2016	20:22:00	17,8	70,3
310	09-06-2016	12:52:00	18,2	67,8	356	09-06-2016	20:32:00	17,8	72,3
311	09-06-2016	13:02:00	18,2	68,1	357	09-06-2016	20:42:00	17,8	73,4
312	09-06-2016	13:12:00	18,3	67,3	358	09-06-2016	20:52:00	17,8	72,3
313	09-06-2016	13:22:00	18,3	67,7	359	09-06-2016	21:02:00	17,8	72,6
314	09-06-2016	13:32:00	18,2	67,4	360	09-06-2016	21:12:00	17,8	74,7
315	09-06-2016	13:42:00	18,2	67,5	361	09-06-2016	21:22:00	17,8	74
316	09-06-2016	13:52:00	18,2	67,2	362	09-06-2016	21:32:00	17,8	73,6
317	09-06-2016	14:02:00	18,2	66,8	363	09-06-2016	21:42:00	17,8	74,9
318	09-06-2016	14:12:00	18,2	66,3	364	09-06-2016	21:52:00	17,8	75,8
319	09-06-2016	14:22:00	18,3	66,2	365	09-06-2016	22:02:00	17,8	74,9
320	09-06-2016	14:32:00	18,3	66,5	366	09-06-2016	22:12:00	17,8	75,1

N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
367	09-06-2016	22:22:00	17,8	73,6	413	10-06-2016	6:02:00	16,9	72,7
368	09-06-2016	22:32:00	17,8	75,8	414	10-06-2016	6:12:00	16,9	74,6
369	09-06-2016	22:42:00	17,8	75	415	10-06-2016	6:22:00	16,9	73,5
370	09-06-2016	22:52:00	17,8	76,3	416	10-06-2016	6:32:00	16,9	71,7
371	09-06-2016	23:02:00	17,8	76,4	417	10-06-2016	6:42:00	16,8	71,4
372	09-06-2016	23:12:00	17,8	75,7	418	10-06-2016	6:52:00	16,8	72,9
373	09-06-2016	23:22:00	17,8	77	419	10-06-2016	7:02:00	16,8	74,6
374	09-06-2016	23:32:00	17,8	76,5	420	10-06-2016	7:12:00	16,8	72,8
375	09-06-2016	23:42:00	17,8	76,9	421	10-06-2016	7:22:00	16,8	74,1
376	09-06-2016	23:52:00	17,8	76,8	422	10-06-2016	7:32:00	16,8	73,9
377	10-06-2016	0:02:00	17,8	74,1	423	10-06-2016	7:42:00	16,8	73,7
378	10-06-2016	0:12:00	17,8	75,1	424	10-06-2016	7:52:00	16,8	74,9
379	10-06-2016	0:22:00	17,8	74,8	425	10-06-2016	8:02:00	16,8	76,2
380	10-06-2016	0:32:00	17,8	74,4	426	10-06-2016	8:12:00	16,8	76,2
381	10-06-2016	0:42:00	17,7	76,3	427	10-06-2016	8:22:00	16,8	74,1
382	10-06-2016	0:52:00	17,7	75,8	428	10-06-2016	8:32:00	16,8	76
383	10-06-2016	1:02:00	17,7	76,8	429	10-06-2016	8:42:00	16,8	76,7
384	10-06-2016	1:12:00	17,7	76,2	430	10-06-2016	8:52:00	16,8	77,2
385	10-06-2016	1:22:00	17,7	76,2	431	10-06-2016	9:02:00	16,8	77,4
386	10-06-2016	1:32:00	17,7	76,2	432	10-06-2016	9:12:00	16,9	78,1
387	10-06-2016	1:42:00	17,7	76,1	433	10-06-2016	9:22:00	16,9	76,9
388	10-06-2016	1:52:00	17,7	76,6	434	10-06-2016	9:32:00	16,9	74
389	10-06-2016	2:02:00	17,7	76,1					
390	10-06-2016	2:12:00	17,7	76,2					
391	10-06-2016	2:22:00	17,6	75,2					
392	10-06-2016	2:32:00	17,6	75,6					
393	10-06-2016	2:42:00	17,5	75,4					
394	10-06-2016	2:52:00	17,5	74,9					
395	10-06-2016	3:02:00	17,5	73,9					
396	10-06-2016	3:12:00	17,4	72,5					
397	10-06-2016	3:22:00	17,4	74,7					
398	10-06-2016	3:32:00	17,3	74,4					
399	10-06-2016	3:42:00	17,3	72,5					
400	10-06-2016	3:52:00	17,3	72,4					
401	10-06-2016	4:02:00	17,3	74,7					
402	10-06-2016	4:12:00	17,3	75,4					
403	10-06-2016	4:22:00	17,2	75,3					
404	10-06-2016	4:32:00	17,2	75,1					
405	10-06-2016	4:42:00	17,2	74,7					
406	10-06-2016	4:52:00	17,2	72,5					
407	10-06-2016	5:02:00	17,2	71,6					
408	10-06-2016	5:12:00	17,1	74,3					
409	10-06-2016	5:22:00	17,1	72,5					
410	10-06-2016	5:32:00	17,1	72,9					
411	10-06-2016	5:42:00	17,1	72,3					
412	10-06-2016	5:52:00	17	73					

3° NIVEL									
N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
1	10-06-2016	13:47:00	17,9	69,4	46	10-06-2016	21:17:00	15,7	81,4
2	10-06-2016	13:57:00	17,1	73,4	47	10-06-2016	21:27:00	15,7	81,4
3	10-06-2016	14:07:00	17,1	72,2	48	10-06-2016	21:37:00	15,6	84,6
4	10-06-2016	14:17:00	16,8	74,5	49	10-06-2016	21:47:00	15,6	84
5	10-06-2016	14:27:00	17,6	71,1	50	10-06-2016	21:57:00	15,6	83,5
6	10-06-2016	14:37:00	17,7	70,7	51	10-06-2016	22:07:00	15,5	83,2
7	10-06-2016	14:47:00	17,7	70	52	10-06-2016	22:17:00	15,6	82,9
8	10-06-2016	14:57:00	17,3	71,6	53	10-06-2016	22:27:00	15,5	82,4
9	10-06-2016	15:07:00	17,5	69	54	10-06-2016	22:37:00	15,5	81,9
10	10-06-2016	15:17:00	17,6	70,6	55	10-06-2016	22:47:00	15,4	81
11	10-06-2016	15:27:00	17,3	71,6	56	10-06-2016	22:57:00	15,5	83,1
12	10-06-2016	15:37:00	17,3	72,1	57	10-06-2016	23:07:00	15,4	81,1
13	10-06-2016	15:47:00	17,4	70,6	58	10-06-2016	23:17:00	15,4	82,7
14	10-06-2016	15:57:00	17,2	71,6	59	10-06-2016	23:27:00	15,4	82,9
15	10-06-2016	16:07:00	17,3	71,9	60	10-06-2016	23:37:00	15,4	83,4
16	10-06-2016	16:17:00	17,6	70,4	61	10-06-2016	23:47:00	15,3	82,3
17	10-06-2016	16:27:00	17,1	73,3	62	10-06-2016	23:57:00	15,3	81,7
18	10-06-2016	16:37:00	17,2	73,4	63	11-06-2016	0:07:00	15,3	81,7
19	10-06-2016	16:47:00	17,6	71,1	64	11-06-2016	0:17:00	15,3	81
20	10-06-2016	16:57:00	17,8	70,1	65	11-06-2016	0:27:00	15,3	80,9
21	10-06-2016	17:07:00	17,7	69,5	66	11-06-2016	0:37:00	15,2	79,9
22	10-06-2016	17:17:00	17,4	71,7	67	11-06-2016	0:47:00	15,2	80,3
23	10-06-2016	17:27:00	17,4	71,7	68	11-06-2016	0:57:00	15,2	79,8
24	10-06-2016	17:37:00	17,1	74	69	11-06-2016	1:07:00	15,2	79,8
25	10-06-2016	17:47:00	16,9	74,7	70	11-06-2016	1:17:00	15,1	80,4
26	10-06-2016	17:57:00	17,1	73,4	71	11-06-2016	1:27:00	15,2	81,1
27	10-06-2016	18:07:00	17,1	73,8	72	11-06-2016	1:37:00	15,2	81,3
28	10-06-2016	18:17:00	17,1	73,3	73	11-06-2016	1:47:00	15,1	80,7
29	10-06-2016	18:27:00	17,1	74,4	74	11-06-2016	1:57:00	15,1	79,6
30	10-06-2016	18:37:00	16,7	75,7	75	11-06-2016	2:07:00	15,1	79,7
31	10-06-2016	18:47:00	16,4	77,6	76	11-06-2016	2:17:00	15,1	80,2
32	10-06-2016	18:57:00	16,3	78,1	77	11-06-2016	2:27:00	15,1	81,7
33	10-06-2016	19:07:00	16,3	77,8	78	11-06-2016	2:37:00	15,1	83,4
34	10-06-2016	19:17:00	16,1	78,5	79	11-06-2016	2:47:00	15,1	84,3
35	10-06-2016	19:27:00	16	80,1	80	11-06-2016	2:57:00	15,1	86,6
36	10-06-2016	19:37:00	15,9	80,1	81	11-06-2016	3:07:00	15,1	85,8
37	10-06-2016	19:47:00	15,9	80,7	82	11-06-2016	3:17:00	15,1	87
38	10-06-2016	19:57:00	15,9	80,7	83	11-06-2016	3:27:00	15,2	88,2
39	10-06-2016	20:07:00	15,9	80,8	84	11-06-2016	3:37:00	15,2	86,2
40	10-06-2016	20:17:00	15,8	81	85	11-06-2016	3:47:00	15,2	84,5
41	10-06-2016	20:27:00	15,8	81,1	86	11-06-2016	3:57:00	15,2	83,7
42	10-06-2016	20:37:00	15,8	81,4	87	11-06-2016	4:07:00	15,3	82,1
43	10-06-2016	20:47:00	15,8	81,5	88	11-06-2016	4:17:00	15,3	82
44	10-06-2016	20:57:00	15,7	81,3	89	11-06-2016	4:27:00	15,3	80,8
45	10-06-2016	21:07:00	15,7	80,9	90	11-06-2016	4:37:00	15,4	79,7

N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
91	11-06-2016	4:47:00	15,4	79,2	137	11-06-2016	12:27:00	20,4	59
92	11-06-2016	4:57:00	15,5	78,8	138	11-06-2016	12:37:00	19,2	64,8
93	11-06-2016	5:07:00	15,6	78,7	139	11-06-2016	12:47:00	18,6	66,2
94	11-06-2016	5:17:00	15,6	78	140	11-06-2016	12:57:00	19,3	63,9
95	11-06-2016	5:27:00	15,7	76,5	141	11-06-2016	13:07:00	19,3	63,8
96	11-06-2016	5:37:00	15,7	76,9	142	11-06-2016	13:17:00	19,4	63,4
97	11-06-2016	5:47:00	15,7	76,7	143	11-06-2016	13:27:00	20,1	63
98	11-06-2016	5:57:00	15,6	75,6	144	11-06-2016	13:37:00	18,8	65,8
99	11-06-2016	6:07:00	15,8	75,7	145	11-06-2016	13:47:00	18,8	65,3
100	11-06-2016	6:17:00	15,8	76	146	11-06-2016	13:57:00	19,1	64,3
101	11-06-2016	6:27:00	15,7	76,4	147	11-06-2016	14:07:00	19,2	66,4
102	11-06-2016	6:37:00	15,7	76,3	148	11-06-2016	14:17:00	18,8	68,5
103	11-06-2016	6:47:00	15,7	76,5	149	11-06-2016	14:27:00	18,8	68,5
104	11-06-2016	6:57:00	15,7	76,7	150	11-06-2016	14:37:00	19,4	66,2
105	11-06-2016	7:07:00	15,7	76,6	151	11-06-2016	14:47:00	19,5	66,3
106	11-06-2016	7:17:00	15,8	76,4	152	11-06-2016	14:57:00	19,6	65,4
107	11-06-2016	7:27:00	15,7	75,5	153	11-06-2016	15:07:00	20,1	64,1
108	11-06-2016	7:37:00	15,6	75,2	154	11-06-2016	15:17:00	19,3	67,3
109	11-06-2016	7:47:00	15,6	75,8	155	11-06-2016	15:27:00	19,4	66,9
110	11-06-2016	7:57:00	15,6	76,3	156	11-06-2016	15:37:00	19,9	63,3
111	11-06-2016	8:07:00	15,6	76,6	157	11-06-2016	15:47:00	19,7	67,6
112	11-06-2016	8:17:00	15,4	76,7	158	11-06-2016	15:57:00	18,8	68,2
113	11-06-2016	8:27:00	15,4	76,6	159	11-06-2016	16:07:00	18,8	69,3
114	11-06-2016	8:37:00	15,6	76,3	160	11-06-2016	16:17:00	18,6	69,6
115	11-06-2016	8:47:00	15,7	75,9	161	11-06-2016	16:27:00	18,5	69,8
116	11-06-2016	8:57:00	15,8	75,2	162	11-06-2016	16:37:00	19,4	65,7
117	11-06-2016	9:07:00	16,2	73,9	163	11-06-2016	16:47:00	19,3	66
118	11-06-2016	9:17:00	16,3	73,7	164	11-06-2016	16:57:00	19,1	68,1
119	11-06-2016	9:27:00	16,4	73	165	11-06-2016	17:07:00	18,6	70,2
120	11-06-2016	9:37:00	16,8	71,7	166	11-06-2016	17:17:00	18,4	71,3
121	11-06-2016	9:47:00	17,9	67,8	167	11-06-2016	17:27:00	18,6	70,1
122	11-06-2016	9:57:00	18,2	65,9	168	11-06-2016	17:37:00	18,5	71,1
123	11-06-2016	10:07:00	19	63,1	169	11-06-2016	17:47:00	18,2	72
124	11-06-2016	10:17:00	19,6	62,1	170	11-06-2016	17:57:00	18,4	70,8
125	11-06-2016	10:27:00	20,9	57,5	171	11-06-2016	18:07:00	18,4	71,6
126	11-06-2016	10:37:00	19,8	63,5	172	11-06-2016	18:17:00	18,2	73,2
127	11-06-2016	10:47:00	20,6	59,2	173	11-06-2016	18:27:00	17,9	74,7
128	11-06-2016	10:57:00	20,4	60,1	174	11-06-2016	18:37:00	17,8	75,5
129	11-06-2016	11:07:00	19,8	61,7	175	11-06-2016	18:47:00	17,8	75,2
130	11-06-2016	11:17:00	18,7	65	176	11-06-2016	18:57:00	17,5	76,5
131	11-06-2016	11:27:00	18,7	65,6	177	11-06-2016	19:07:00	17,3	77,3
132	11-06-2016	11:37:00	18,8	65,1	178	11-06-2016	19:17:00	17,3	77,7
133	11-06-2016	11:47:00	18,3	66,7	179	11-06-2016	19:27:00	17,2	79
134	11-06-2016	11:57:00	18,8	64,7	180	11-06-2016	19:37:00	17,1	79,5
135	11-06-2016	12:07:00	19,4	63,1	181	11-06-2016	19:47:00	17	79,9
136	11-06-2016	12:17:00	19,5	63,2	182	11-06-2016	19:57:00	16,9	79,9

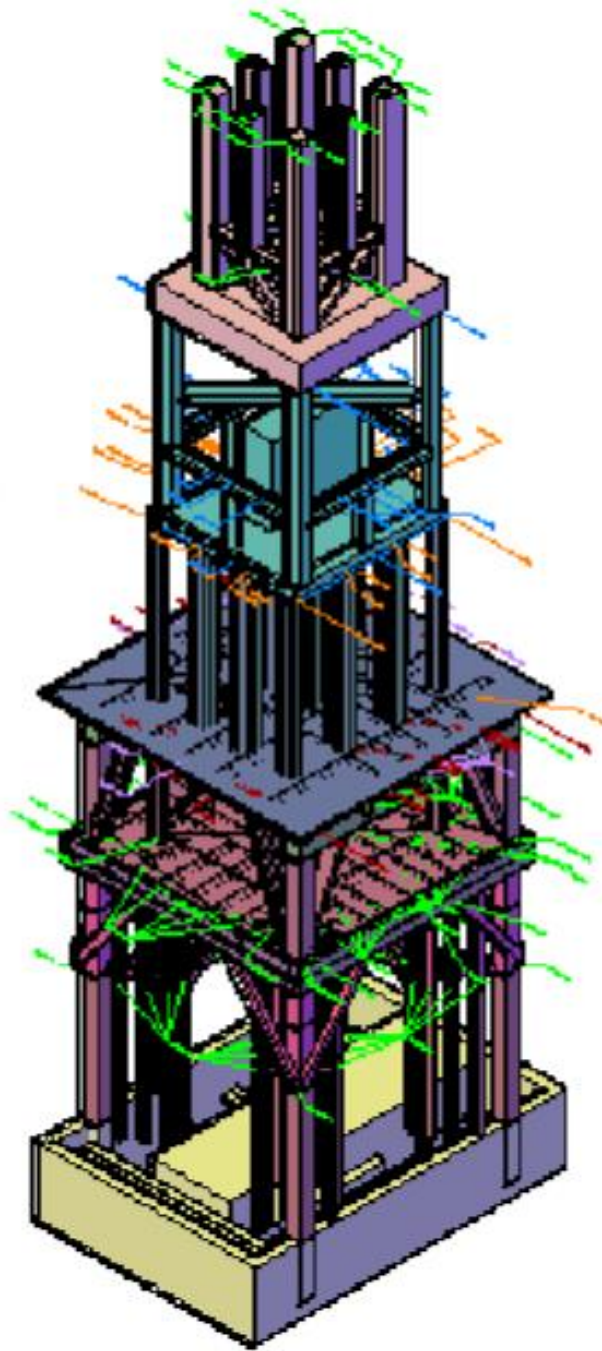
N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
183	11-06-2016	20:07:00	16,9	80,4	229	12-06-2016	3:47:00	16,4	82,9
184	11-06-2016	20:17:00	16,9	80,2	230	12-06-2016	3:57:00	16,4	83,8
185	11-06-2016	20:27:00	16,9	79,9	231	12-06-2016	4:07:00	16,3	84,9
186	11-06-2016	20:37:00	16,7	80,6	232	12-06-2016	4:17:00	16,3	83,4
187	11-06-2016	20:47:00	16,8	80,3	233	12-06-2016	4:27:00	16,3	83,8
188	11-06-2016	20:57:00	16,8	80,4	234	12-06-2016	4:37:00	16,3	77,8
189	11-06-2016	21:07:00	16,7	80,7	235	12-06-2016	4:47:00	16,3	74,2
190	11-06-2016	21:17:00	16,7	80,9	236	12-06-2016	4:57:00	16,3	75,5
191	11-06-2016	21:27:00	16,7	81,2	237	12-06-2016	5:07:00	16,3	76,1
192	11-06-2016	21:37:00	16,6	81,5	238	12-06-2016	5:17:00	16,3	74,9
193	11-06-2016	21:47:00	16,6	81,9	239	12-06-2016	5:27:00	16,3	74
194	11-06-2016	21:57:00	16,6	82	240	12-06-2016	5:37:00	16,4	73,1
195	11-06-2016	22:07:00	16,6	82,1	241	12-06-2016	5:47:00	16,5	72,8
196	11-06-2016	22:17:00	16,6	81,8	242	12-06-2016	5:57:00	16,7	71,6
197	11-06-2016	22:27:00	16,5	81,8	243	12-06-2016	6:07:00	16,7	71,7
198	11-06-2016	22:37:00	16,4	85,7	244	12-06-2016	6:17:00	16,8	71,9
199	11-06-2016	22:47:00	16,4	86,1	245	12-06-2016	6:27:00	16,8	70,6
200	11-06-2016	22:57:00	16,3	85,2	246	12-06-2016	6:37:00	16,8	70,6
201	11-06-2016	23:07:00	16,2	85,7	247	12-06-2016	6:47:00	16,9	70,2
202	11-06-2016	23:17:00	16,3	85,4	248	12-06-2016	6:57:00	16,9	69
203	11-06-2016	23:27:00	16,2	86	249	12-06-2016	7:07:00	17,1	69,6
204	11-06-2016	23:37:00	16,1	86,2	250	12-06-2016	7:17:00	17,1	69,1
205	11-06-2016	23:47:00	16,1	85,2	251	12-06-2016	7:27:00	17,2	69
206	11-06-2016	23:57:00	16,1	86,2	252	12-06-2016	7:37:00	17,2	68,9
207	12-06-2016	0:07:00	16,1	85,4	253	12-06-2016	7:47:00	17,2	68,9
208	12-06-2016	0:17:00	16,1	85,3	254	12-06-2016	7:57:00	17,4	68,8
209	12-06-2016	0:27:00	16,1	84,1	255	12-06-2016	8:07:00	17,4	68,9
210	12-06-2016	0:37:00	16,2	83,7	256	12-06-2016	8:17:00	17,4	68,9
211	12-06-2016	0:47:00	16,3	84,2	257	12-06-2016	8:27:00	17,5	69
212	12-06-2016	0:57:00	16,3	82,6	258	12-06-2016	8:37:00	17,7	68,6
213	12-06-2016	1:07:00	16,3	81,4	259	12-06-2016	8:47:00	17,7	71,6
214	12-06-2016	1:17:00	16,3	82,9	260	12-06-2016	8:57:00	17,7	73
215	12-06-2016	1:27:00	16,4	81,8	261	12-06-2016	9:07:00	17,8	73,5
216	12-06-2016	1:37:00	16,4	83,6	262	12-06-2016	9:17:00	17,8	72,3
217	12-06-2016	1:47:00	16,4	83,4	263	12-06-2016	9:27:00	17,9	71,3
218	12-06-2016	1:57:00	16,4	81,5	264	12-06-2016	9:37:00	18,1	71,1
219	12-06-2016	2:07:00	16,4	82,4	265	12-06-2016	9:47:00	18,2	72,5
220	12-06-2016	2:17:00	16,4	82,7	266	12-06-2016	9:57:00	18,2	73
221	12-06-2016	2:27:00	16,4	81,8	267	12-06-2016	10:07:00	18,6	70,4
222	12-06-2016	2:37:00	16,4	80,3	268	12-06-2016	10:17:00	18,9	68,8
223	12-06-2016	2:47:00	16,6	78,4	269	12-06-2016	10:27:00	19,3	68
224	12-06-2016	2:57:00	16,6	77,7	270	12-06-2016	10:37:00	20,9	59,3
225	12-06-2016	3:07:00	16,6	77,7	271	12-06-2016	10:47:00	20,7	64,3
226	12-06-2016	3:17:00	16,5	81,8	272	12-06-2016	10:57:00	21,3	59,7
227	12-06-2016	3:27:00	16,6	79,5	273	12-06-2016	11:07:00	21,8	59,8
228	12-06-2016	3:37:00	16,6	80,1	274	12-06-2016	11:17:00	22,2	57,6

N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
275	12-06-2016	11:27:00	21,7	59,7	321	12-06-2016	19:07:00	18,1	80,2
276	12-06-2016	11:37:00	20,8	62,7	322	12-06-2016	19:17:00	18	80,5
277	12-06-2016	11:47:00	21	61,1	323	12-06-2016	19:27:00	17,8	81
278	12-06-2016	11:57:00	20,6	63,5	324	12-06-2016	19:37:00	17,8	80,1
279	12-06-2016	12:07:00	21,3	60,2	325	12-06-2016	19:47:00	17,8	80,7
280	12-06-2016	12:17:00	21,5	59,9	326	12-06-2016	19:57:00	17,7	82,2
281	12-06-2016	12:27:00	20,7	63,2	327	12-06-2016	20:07:00	17,7	81,4
282	12-06-2016	12:37:00	20,8	62,8	328	12-06-2016	20:17:00	17,7	81,8
283	12-06-2016	12:47:00	20,9	61	329	12-06-2016	20:27:00	17,7	80,4
284	12-06-2016	12:57:00	20,6	64,5	330	12-06-2016	20:37:00	17,7	79
285	12-06-2016	13:07:00	20,9	62,8	331	12-06-2016	20:47:00	17,7	78,6
286	12-06-2016	13:17:00	20,6	64,5	332	12-06-2016	20:57:00	17,7	78,5
287	12-06-2016	13:27:00	19,9	66,6	333	12-06-2016	21:07:00	17,7	78,3
288	12-06-2016	13:37:00	20,3	66,2	334	12-06-2016	21:17:00	17,7	78,2
289	12-06-2016	13:47:00	19,9	67,7	335	12-06-2016	21:27:00	17,7	78
290	12-06-2016	13:57:00	19,6	71,1	336	12-06-2016	21:37:00	17,7	78,4
291	12-06-2016	14:07:00	20,2	67,3	337	12-06-2016	21:47:00	17,6	79,2
292	12-06-2016	14:17:00	20,2	71,4	338	12-06-2016	21:57:00	17,6	79,9
293	12-06-2016	14:27:00	20,4	69,8	339	12-06-2016	22:07:00	17,5	80,3
294	12-06-2016	14:37:00	20,8	67,3	340	12-06-2016	22:17:00	17,5	79,2
295	12-06-2016	14:47:00	20,2	68,9	341	12-06-2016	22:27:00	17,5	79
296	12-06-2016	14:57:00	20,4	68,9	342	12-06-2016	22:37:00	17,5	78,7
297	12-06-2016	15:07:00	20,1	71,8	343	12-06-2016	22:47:00	17,5	78,6
298	12-06-2016	15:17:00	19,9	73,2	344	12-06-2016	22:57:00	17,5	77,4
299	12-06-2016	15:27:00	20,2	71,5	345	12-06-2016	23:07:00	17,5	77,5
300	12-06-2016	15:37:00	20,8	68,1	346	12-06-2016	23:17:00	17,4	77,2
301	12-06-2016	15:47:00	20,1	72	347	12-06-2016	23:27:00	17,4	77,1
302	12-06-2016	15:57:00	20,1	72,8	348	12-06-2016	23:37:00	17,4	76,9
303	12-06-2016	16:07:00	19,7	74,4	349	12-06-2016	23:47:00	17,4	78,2
304	12-06-2016	16:17:00	19,3	77	350	12-06-2016	23:57:00	17,4	78,5
305	12-06-2016	16:27:00	19,3	77,3	351	13-06-2016	0:07:00	17,3	78,6
306	12-06-2016	16:37:00	19,2	77,4	352	13-06-2016	0:17:00	17,3	80,3
307	12-06-2016	16:47:00	18,8	78,2	353	13-06-2016	0:27:00	17,2	80,5
308	12-06-2016	16:57:00	18,7	77,7	354	13-06-2016	0:37:00	17,2	81,1
309	12-06-2016	17:07:00	18,7	77,6	355	13-06-2016	0:47:00	17,2	81,2
310	12-06-2016	17:17:00	18,7	77,7	356	13-06-2016	0:57:00	17,1	84,3
311	12-06-2016	17:27:00	18,6	78,9	357	13-06-2016	1:07:00	17,1	82,9
312	12-06-2016	17:37:00	18,4	79,4	358	13-06-2016	1:17:00	16,9	82,1
313	12-06-2016	17:47:00	18,4	78,8	359	13-06-2016	1:27:00	16,8	78,9
314	12-06-2016	17:57:00	18,6	76,9	360	13-06-2016	1:37:00	16,8	78,4
315	12-06-2016	18:07:00	18,4	77,3	361	13-06-2016	1:47:00	16,7	78
316	12-06-2016	18:17:00	18,2	78,7	362	13-06-2016	1:57:00	16,7	77,4
317	12-06-2016	18:27:00	18,3	78,8	363	13-06-2016	2:07:00	16,6	77,5
318	12-06-2016	18:37:00	18,2	80,9	364	13-06-2016	2:17:00	16,6	77,2
319	12-06-2016	18:47:00	18,2	80,4	365	13-06-2016	2:27:00	16,4	77,3
320	12-06-2016	18:57:00	18,2	77,5	366	13-06-2016	2:37:00	16,4	77,4

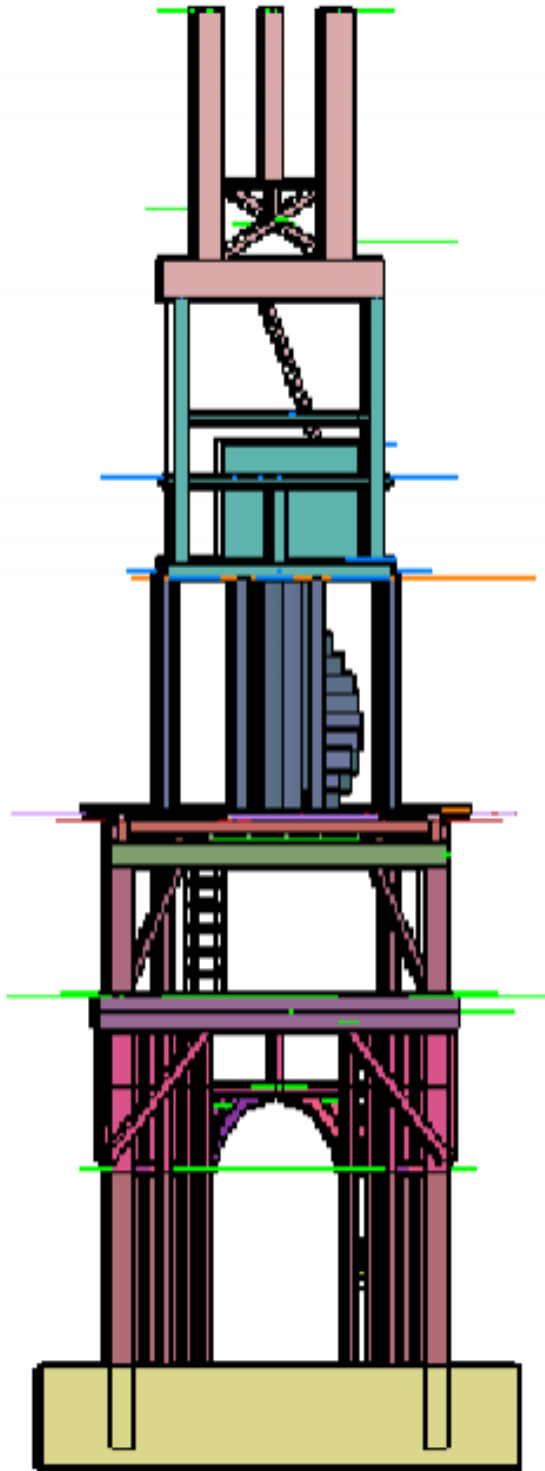
N°	Fecha	Hora	°C	%RH	N°	Fecha	Hora	°C	%RH
367	13-06-2016	2:47:00	16,3	77,1	413	13-06-2016	10:27:00	19,6	67,6
368	13-06-2016	2:57:00	16,3	76,8	414	13-06-2016	10:37:00	19,4	69,3
369	13-06-2016	3:07:00	16,2	77	415	13-06-2016	10:47:00	19,2	68,2
370	13-06-2016	3:17:00	16,3	77	416	13-06-2016	10:57:00	19,5	66,6
371	13-06-2016	3:27:00	16,2	77	417	13-06-2016	11:07:00	19,4	66,8
372	13-06-2016	3:37:00	16,2	77,1	418	13-06-2016	11:17:00	19,6	66,7
373	13-06-2016	3:47:00	16,2	77,2	419	13-06-2016	11:27:00	19,9	65,3
374	13-06-2016	3:57:00	16,1	77,2	420	13-06-2016	11:37:00	20,3	63,9
375	13-06-2016	4:07:00	16	77,4	421	13-06-2016	11:47:00	20,3	64,4
376	13-06-2016	4:17:00	16,1	77,7	422	13-06-2016	11:57:00	20,7	62,3
377	13-06-2016	4:27:00	16	77	423	13-06-2016	12:07:00	21,2	60,6
378	13-06-2016	4:37:00	16	77	424	13-06-2016	12:17:00	20,8	61,3
379	13-06-2016	4:47:00	16	77,3	425	13-06-2016	12:27:00	20,6	62,7
380	13-06-2016	4:57:00	16	76,4	426	13-06-2016	12:37:00	20,9	61,1
381	13-06-2016	5:07:00	16	75,9	427	13-06-2016	12:47:00	21	61,2
382	13-06-2016	5:17:00	16	76	428	13-06-2016	12:57:00	21,1	60,9
383	13-06-2016	5:27:00	15,9	76,4	429	13-06-2016	13:07:00	20,9	60,3
384	13-06-2016	5:37:00	15,9	77	430	13-06-2016	13:17:00	20,4	62
385	13-06-2016	5:47:00	15,8	76,8	431	13-06-2016	13:27:00	21	60,7
386	13-06-2016	5:57:00	15,8	76,9	432	13-06-2016	13:37:00	20,5	62,7
387	13-06-2016	6:07:00	15,9	77	433	13-06-2016	13:47:00	20,8	61,1
388	13-06-2016	6:17:00	15,8	77,4	434	13-06-2016	13:57:00	20,8	62,2
389	13-06-2016	6:27:00	15,8	77,6					
390	13-06-2016	6:37:00	15,8	76,9					
391	13-06-2016	6:47:00	15,8	76,7					
392	13-06-2016	6:57:00	15,7	76,1					
393	13-06-2016	7:07:00	15,6	77,4					
394	13-06-2016	7:17:00	15,5	78,2					
395	13-06-2016	7:27:00	15,5	79					
396	13-06-2016	7:37:00	15,6	78,3					
397	13-06-2016	7:47:00	15,5	77,9					
398	13-06-2016	7:57:00	15,5	78,2					
399	13-06-2016	8:07:00	15,5	78,8					
400	13-06-2016	8:17:00	15,4	78					
401	13-06-2016	8:27:00	15,5	78,9					
402	13-06-2016	8:37:00	15,6	78,3					
403	13-06-2016	8:47:00	15,9	78,1					
404	13-06-2016	8:57:00	16,1	78,5					
405	13-06-2016	9:07:00	17,3	71,6					
406	13-06-2016	9:17:00	19,1	67,2					
407	13-06-2016	9:27:00	20,4	60,5					
408	13-06-2016	9:37:00	19,9	65,3					
409	13-06-2016	9:47:00	19,4	66,5					
410	13-06-2016	9:57:00	19,5	68,1					
411	13-06-2016	10:07:00	19,3	69,6					
412	13-06-2016	10:17:00	19,2	68,7					

Anexo 7: vistas de la torre

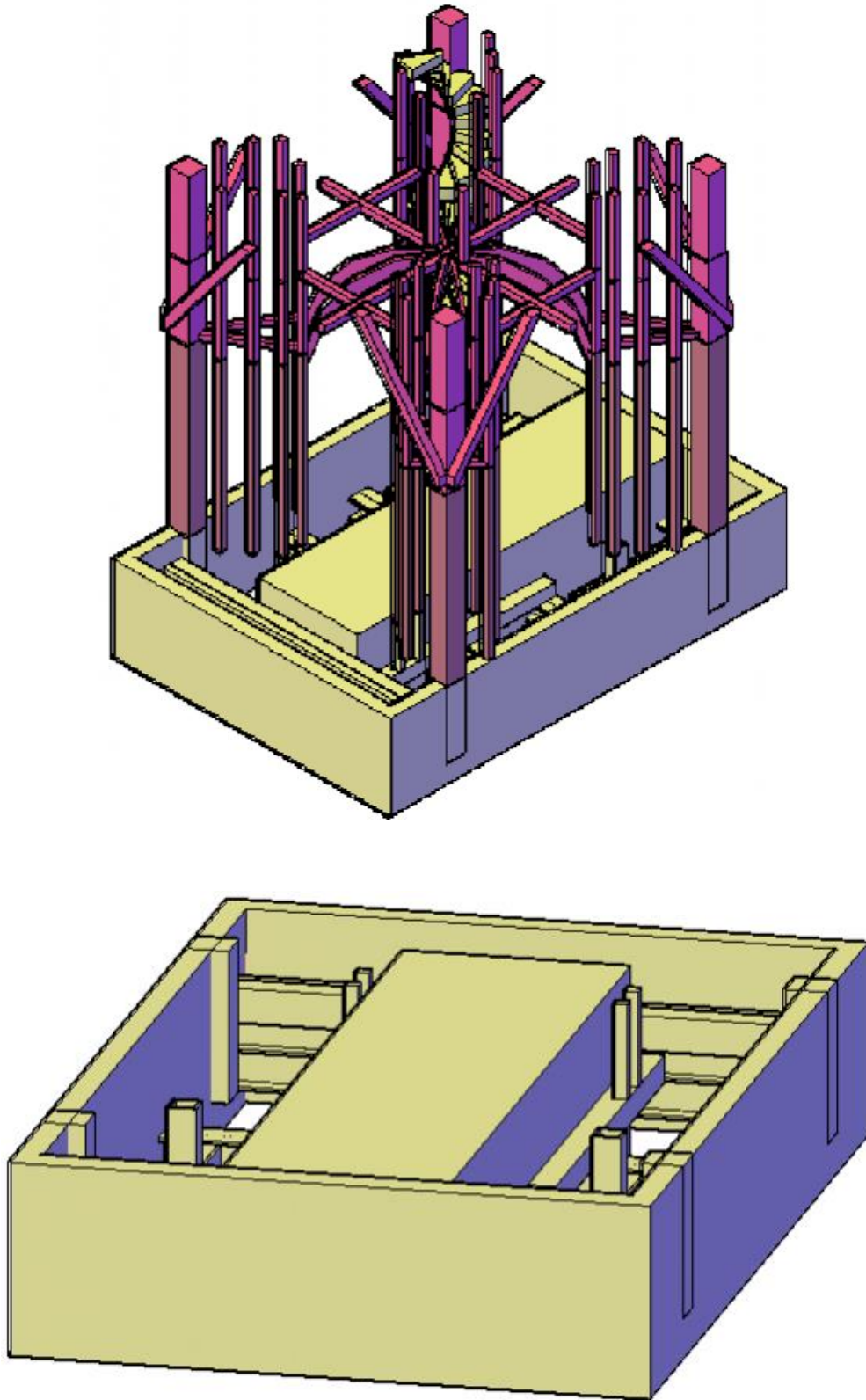
Isométrica NO



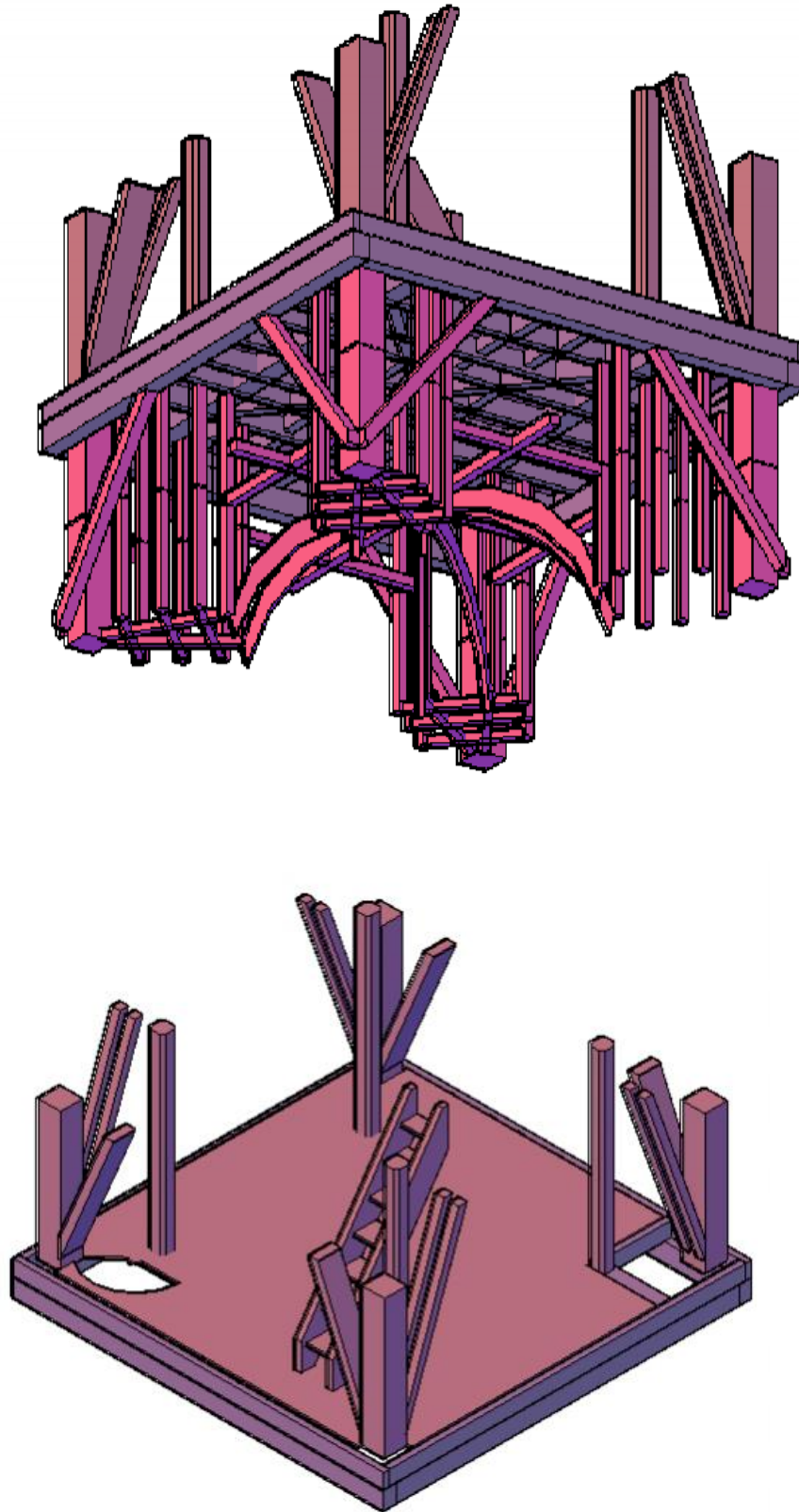
Vista izquierda



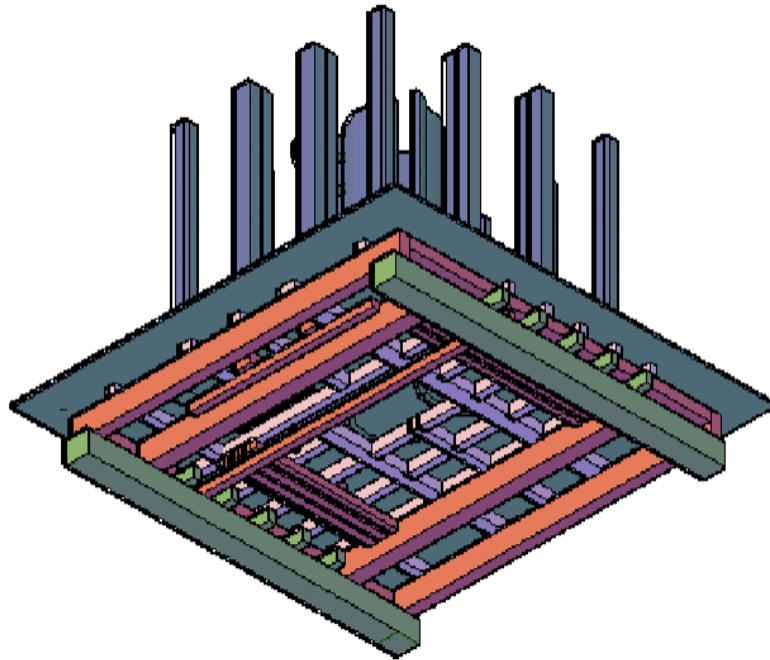
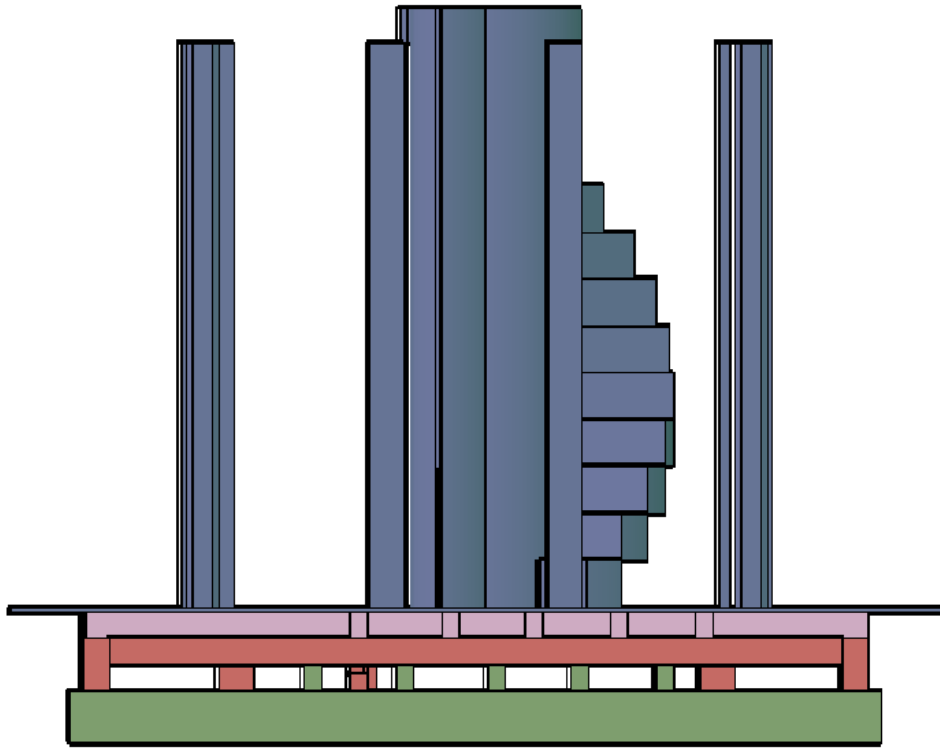
Primer nivel, ojiva (isométrica)



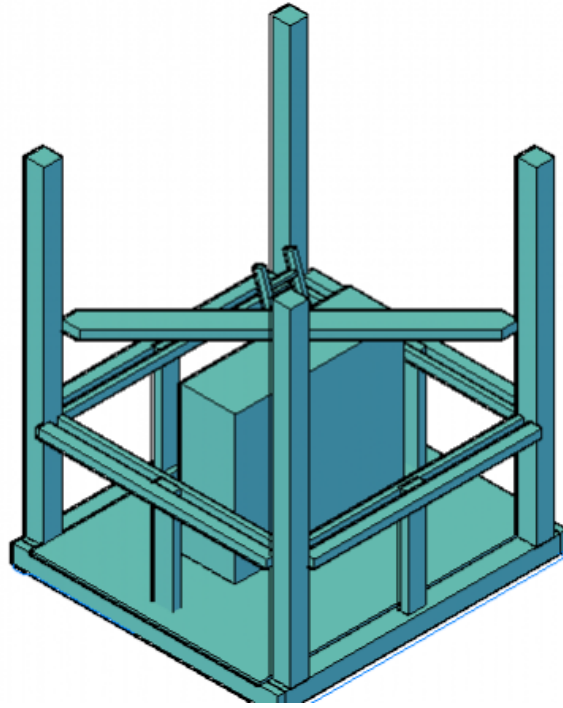
Ojiva y entramado segundo nivel



Tercer nivel



Cuarto nivel



Quinto nivel

