



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EVAPORACIÓN DE LIXIVIADOS EN EL
RELLENO SANITARIO SANTIAGO PONIENTE**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

DANIELA VERÓNICA MARÍA VICENTE ALARCÓN

**PROFESOR GUÍA
JOSÉ ARELLANO VAGANAY**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN
MARÍA PÍA MENA PATRI
CARLOS ESPINOZA CONTRERAS**

SANTIAGO DE CHILE
NOVIEMBRE 2012

“Optimización del proceso de evaporación de lixiviados en el relleno sanitario Santiago Poniente”

El trabajo de título que se presenta a continuación, es producto de un estudio realizado al interior del relleno sanitario Santiago Poniente el cual tiene como objetivo optimizar el sistema de manejo mediante bandejas de evaporación que se le da al lixiviado. Este sistema de manejo logra eliminar más de un 60% del lixiviado generado durante un año normal.

Según las proyecciones de generación de lixiviados que se manejan al interior del relleno sanitario Santiago Poniente, se sabe que en promedio la generación de lixiviados aumentará de 200 [m³/día] a 300 [m³/día] para el año 2033, razón por la cual es de vital importancia optimizar el sistema de evaporación existente.

El trabajo se desarrolló en tres bandejas de evaporación tipo piloto, en las cuales se realizaron tres experimentos. Se tomaron mediciones meteorológicas y de altura de lixiviado con el objetivo de cuantificar la evaporación, obteniendo tasas de evaporación a través de los datos meteorológicos y mediante balance de masas en terreno. Los experimentos realizados son:

- Efecto de la altura de líquido sobre la evaporación: Se mantuvieron las tres bandejas de experimentación a distintos niveles de lixiviado con el objetivo de obtener la altura a la cual se logra evaporar la mayor cantidad de líquido.
- Efecto de un sistema de rebalse entre bandejas sobre la evaporación: Se realizó un sistema de recirculación en el cual el lixiviado rebalsa de bandeja en bandeja. El objetivo es utilizar superficie muerta hasta entonces. Superficie que comprende los pretilos intermedios entre bandejas, aumentando la superficie para evaporación.
- Efecto de un sistema de riego por goteo sobre la evaporación: Se implementó una línea de riego por goteo bordeando una de las bandejas de experimentación en el cual el lixiviado es captado desde el interior de la bandeja y luego cae mediante los goteros aprovechando superficie hasta entonces muerta, la cual consiste en las laderas de las bandejas, aumentando la superficie para evaporación.

Como resultado de los diferentes experimentos se obtuvo que:

- La altura de lixiviado es una variable importante al momento de evaporar ya que a profundidades menores a 28 [cm] se obtiene evaporación por sobre la tasa de evaporación estimada mediante datos meteorológicos.
- El sistema de rebalse no es factible operativamente y se observa menor evaporación que en el caso de bandejas de evaporación en situación estanca, la cual corresponde a la situación actual.
- Mediante el sistema de riego por goteo se logra evaporar entre un 60% a un 120% más que en el caso de las bandejas sin dicha tecnología.

DEDICATORIA

Dedico esta memoria a la gente que es importante para mí.

A mis amigos, los cuales hicieron que mi paso por la Universidad fuera una etapa inolvidable.

A Oscar por darme ánimos y cariño durante esta etapa.

A Fernando García (mi papá de Santiago) por el cariño que siempre me ha entregado y por su excelente disposición para ayudarme con este trabajo de título. Sin él, claramente los resultados de este trabajo no serían los mismos.

Por último, lo más importante, quiero dedicar esta memoria a mis padres. Por su infinito cariño, porque siempre me han dado fuerzas para seguir adelante y se las dedico a ustedes porque simplemente los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a toda la gente del relleno sanitario Santiago Poniente por haberme acogido durante el desarrollo del presente trabajo, por su disposición y compromiso.

En especial quiero agradecer a Rodrigo Rojas por su compromiso con el presente trabajo de título, a Rafael Parra por su preocupación, amistad y su disposición para ayudarme siempre, a Luis Frost y Paulina Contreras por su gran apoyo en terreno y por su amistad. A Don Omar porque siempre tuvo disposición para ayudarme en terreno con mi experimento. A Jorge Polanco, por llevarme al relleno sanitario y su amistad.

Agradezco también a mis profesores. A José Arellano, Carlos Espinoza y María Pía Mena por su excelente disposición para guiarme a lo largo del desarrollo del presente trabajo, por toda la ayuda y buenos consejos que me dieron.

Optimización del proceso de evaporación de lixiviados en el relleno sanitario
Santiago Poniente

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo General.....	2
1.1.2. Objetivos Específicos	2
1.2. Organización del Informe.....	3
2. MARCO TEÓRICO SOBRE EVAPORACIÓN DESDE MASAS DE AGUA	4
2.1. Evaporación.....	4
2.2. Métodos para la Estimación de la Evaporación	4
2.2.1. Método de Balance de Energía	4
2.2.1.1. Aspectos Teóricos	4
2.2.1.2. Parámetros Necesarios para el Cálculo del Método de Balance de Energía.....	5
2.2.2. Método Aerodinámico	8
2.2.2.1. Aspectos Teóricos	8
2.2.2.2. Parámetros Necesarios para el Cálculo del Método Aerodinámico.....	10
2.2.3. Método Combinado Aerodinámico y de Balance de Energía.....	11
2.2.3.1. Aspectos Teóricos	11
2.2.3.2. Parámetros Necesarios para el Cálculo del Método Combinado.....	11
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO SANITARIO RSSP Y SU ACTUAL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS	12
3.1. Aspectos Generales	12
3.2. Ubicación	12
3.3. Características	13

3.4.	Control y Manejo Actual de Lixiviado en el RSSP	13
3.4.1.	Minimización de la Generación de Lixiviado.....	14
3.4.2.	Captación y Almacenamiento de Lixiviado.....	14
3.4.3.	Evaporación en Bandejas	16
3.4.4.	Tratamiento Externo	17
3.4.5.	Disposición de Lodos Producto del Residuo de la Evaporación en Bandejas	18
4.	HISTÓRICO DE LIXIVIADOS Y EVAPORACIÓN EN EL RELLENO SANITARIO SANTIAGO PONIENTE.....	19
4.1.	Primer Diseño de Bandejas de Evaporación	20
4.1.1.	Manejo de Lixiviados Mediante Evaporación Estática:	20
4.1.2.	Manejo de Lixiviados Mediante Evaporación Dinámica	21
4.2.	Generación y Evaporación de Lixiviados a lo Largo de los Años de Operación.....	21
4.3.	Proyecciones de Generación de Lixiviados y Requerimientos de Evaporación Futuro	24
5.	SISTEMA EXPERIMENTAL PARA MEDIR EVAPORACIÓN EN EL RSSP.....	25
5.1.	Bandejas de Experimentación	25
5.1.1.	Mediciones.....	27
5.1.2.	Experimentos Evaluados.....	27
5.1.3.	Primer Experimento: Efecto de la Altura del Líquido sobre la Evaporación	27
5.1.3.1.	Instalación Experimental.....	27
5.1.3.2.	Metodología de Medición en el Primer Experimento	29
5.1.4.	Segundo Experimento: Efecto de un Sistema de Rebalse entre Bandejas sobre la Evaporación.....	30
5.1.4.1.	Instalación Experimental.....	30
5.1.4.2.	Metodología de Medición en el Segundo Experimento.....	30

5.1.4.3. Implementación de las Bandejas para la Realización del Segundo Experimento	30
5.1.5. Tercer Experimento: Efecto de un Sistema de Riego por Goteo sobre la Evaporación.....	36
5.1.5.1. Instalación Experimental.....	36
5.1.5.2. Metodología de Medición.....	39
5.1.5.3. Puesta en Marcha del tercer Experimento.....	39
6. ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS.....	42
6.1. Propagación de Errores.....	42
6.2. Cálculo de Tasas de Evaporación Utilizando Datos Meteorológicos.....	43
6.3. Análisis y Resultados del Primer Experimento: Efecto de la Altura de Líquido sobre la Evaporación.....	52
6.3.1. Cálculo de la Evaporación Total en Bandejas de Experimentación a Partir de Datos Tomados en Terreno y Análisis de Datos de Temperatura de Lixiviado.....	52
6.3.2. Cálculo de Tasas de Evaporación Diario Mediante Datos Tomados en Terreno	57
6.4. Análisis y Resultados del Segundo Experimento: Efecto de un Sistema de Rebalse entre Bandejas sobre la Evaporación.....	65
6.5. Análisis y Resultados del Tercer Experimento: Efecto de un Sistema de riego por goteo sobre la evaporación.....	69
6.5.1. Cálculo de la Evaporación Total y de Tasas de Evaporación por Bandeja de Experimentación a partir de Datos Tomados en Terreno.....	69
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
7.1. Conclusiones y Recomendaciones de las Tasas de Evaporación Obtenidas Mediante Información Meteorológica.....	73
7.1.1. Conclusiones.....	73
7.1.2. Recomendaciones.....	74
7.2. Conclusiones y Recomendaciones del Primer Experimento: Efecto de la Altura de Líquido Sobre la Evaporación.....	75

7.2.1.	Conclusiones	75
7.2.2.	Recomendaciones	76
7.3.	Conclusiones y Recomendaciones del Segundo Experimento: Efecto de un Sistema de Rebalse entre Bandejas sobre la Evaporación.....	77
7.3.1.	Conclusiones	77
7.3.2.	Recomendaciones	77
7.4.	Conclusiones y Recomendaciones del Tercer Experimento: Efecto de un Sistema de Riego por Goteo sobre la Evaporación	78
7.4.1.	Conclusiones	78
7.4.2.	Recomendaciones	78
7.5.	Conclusiones Generales	79
	Referencias	81
	ANEXO A.....	82
	A. Variables meteorológicas para la estimación de tasas de evaporación.....	82
	ANEXO B	110
	B. Mediciones primer experimento: Efecto de la altura de líquido sobre la evaporación 110	
	ANEXO C.....	126
	C. Mediciones segundo experimento: Efecto de un sistema de rebalse entre bandejas sobre la evaporación	126
	ANEXO D.....	132
	D. Mediciones tercer experimento: efecto de un sistema de riego por goteo sobre la evaporación.....	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Valores aproximados de la altura de rugosidad en superficies naturales	10
Tabla 3.1 Coordenadas UTM 19 PSAD 56	12
Tabla 3.2 Capacidad de almacenamiento en piscinas de almacenamiento.....	15
Tabla 3.3 Superficie libre aproximada en piscinas de almacenamiento.....	15
Tabla 3.4 Superficie expuesta de lixiviado en bandejas de evaporación.....	16
Tabla 3.5 Área expuesta de lixiviado a partir del volumen embalsado en bandejas	17
Tabla 3.6 Resumen datos para el cálculo del costo de tratamiento externo	18
Tabla 3.7 Costo tratamiento externo por año	18
Tabla 3.8 Volumen almacenado en bandejas de evaporación con una altura de lixiviado de 10 [cm].....	19
Tabla 4.1 Evaporación y generación de lixiviado en los periodos de evaporación comprendidos del 2006-2011	22
Tabla 4.2 Evaporación durante el periodo de evaporación comprendido en 2011-2012	23
Tabla 4.3 Superficie expuesta de lixiviado durante el periodo de evaporación comprendido en 2011-2012.....	23
Tabla 4.4 Superficie necesaria para evaporación durante el periodo 2011-2033.....	24
Tabla 5.1 Altura de lixiviado en bandejas de experimentación.....	29
Tabla 5.2 Superficie extra de evaporación del tercer escenario	41
Tabla 6.1 Error asociado a mediciones en estación meteorológica.....	43
Tabla 6.2 Error de las tasas de evaporación a partir de datos meteorológicos	44
Tabla 6.3 Tasas de evaporación a partir de información meteorológica	44
Tabla 6.4 Tasas de evaporación a partir de información meteorológica	45
Tabla 6.5 Tasas de evaporación corregidas	45
Tabla 6.6 Tasas de evaporación corregidas	46
Tabla 6.7 Desviación Estándar de tasas de evaporación a nivel diario	46

Tabla 6.8 Promedio mensual de variables meteorológicas para el periodo de evaporación	51
Tabla 6.9 Evaporación total por bandeja de experimentación	54
Tabla 6.10 Evaporación en 29 días mediante proporcionalidad.....	55
Tabla 6.11 Tasas de evaporación a nivel diario	57
Tabla 6.12 Factor de corrección con respecto a la tasa meteorológica para el mes de Febrero....	59
Tabla 6.13 Evaporación total en 27 días durante el mes de Enero.....	59
Tabla 6.14 Tasas de evaporación y factor para Enero.....	59
Tabla 6.15 Altura promedio de lixiviado observado durante el periodo estival en bandejas de experimentación.....	60
Tabla 6.16 Situación modelada del escenario real	61
Tabla 6.17 Situación modelada con bandejas de evaporación a 24 [cm] de profundidad de lixiviado.....	61
Tabla 6.18 Situación modelada con bandejas de evaporación a 18 [cm] de profundidad de lixiviado.....	61
Tabla 6.19 Situación modelada con bandejas de evaporación a 14 [cm] de profundidad de lixiviado.....	62
Tabla 6.20 Situación modelada con bandejas de evaporación a 10 [cm] de profundidad de lixiviado.....	62
Tabla 6.21 Situación modelada con bandejas de evaporación a 5 [cm] de profundidad de lixiviado	62
Tabla 6.22 Ahorro en tratamiento externo.....	63
Tabla 6.23 Aumento de superficie para evaporar.....	64
Tabla 6.24 Distancia entre vértices pretilos intermedios.....	65
Tabla 6.25 Evaporación total en el sistema de bandejas en intervalos de tiempo de 1 [d] o más .	67
Tabla 6.26 Tasas de evaporación para los meses involucrados.....	67
Tabla 6.27 Tasas de evaporación dada la altura de lixiviado para el mes de Febrero.....	68
Tabla 6.28 Tasas de evaporación dada la altura de lixiviado para el mes de Marzo.....	68

Tabla 6.29 Total evaporado considerando la altura de las bandejas de experimentación y los resultados encontrados en el primer experimento	69
Tabla 6.30 Rango de valores de evaporación asociados a la medición en terreno.....	69
Tabla 6.31 Evaporación total por bandeja de experimentación.....	70
Tabla 6.32 Tasas de evaporación promedio	70
Tabla 6.33 Tasas de evaporación diarias	71
Tabla 6.34 Superficie extra aportada por los taludes de bandejas de evaporación	72
Tabla 6.35 Evaporación a lo largo periodo estival considerando lixiviado a 14 [cm] y escenario pesimista de riego por goteo.....	72
Tabla 6.36 Evaporación a lo largo periodo estival considerando lixiviado a 14 [cm] y escenario optimista de riego por goteo	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Volumen de control en un tanque de evaporación.....	5
Figura 2.2 Volumen de control para cálculo de evaporación por método aerodinámico.....	9
Figura 3.1 Ubicación de Maipú en el mapa de la ciudad de Santiago.....	13
Figura 3.2 Acceso a relleno sanitario Santiago Poniente.	13
Figura 4.1 Diseño Bandeja de evaporación.....	21
Figura 4.2 Diseño Piscinas temporales de evaporación.	21
Figura 5.1 Ubicación bandejas de evaporación al interior del relleno sanitario Santiago Poniente. (Fuente: RSSP)	26
Figura 5.2 Geometría bandejas de experimentación. (Fuente: RSSP)	26
Figura 5.3 Componentes de la instalación experimental	28
Figura 5.4 Componentes de la instalación experimental.....	28
Figura 5.5 Levantamiento topográfico de los pretilos de las bandejas de experimentación	31
Figura 5.6 Placas de HDPE de 1 [cm] de espesor	31
Figura 5.7 Instalación de las placas de HDPE sobre las bandejas de experimentación	32

Figura 5.8 Carga de lixiviado en la bandeja de experimentación N°1	33
Figura 5.9 Escurrimiento de lixiviado sobre pretil intermedio.....	33
Figura 5.10 Escurrimiento de lixiviado sobre pretil intermedio.....	34
Figura 5.11 Sistema de rebalse entre bandejas de experimentación.....	34
Figura 5.12 Sistema de rebalse entre bandejas de experimentación.....	35
Figura 5.13 Bomba hidráulica utilizada para recirculación de la Bandeja N°3 al estanque.....	35
Figura 5.14 Especificaciones técnicas de la bomba hidráulica utilizada.....	37
Figura 5.15 Componentes instalación experimental.....	37
Figura 5.16 Componentes instalación experimental.....	38
Figura 5.17 Instalación experimental	38
Figura 5.18 Goteros funcionando	40
Figura 5.19 Instalación experimental en funcionamiento	40
Figura 5.20 Lixiviado escurriendo por ladera de bandeja experimental	41
Figura 6.1 Tasas de evaporación diarias en cada mes mediante el método combinado.....	46
Figura 6.2 Datos meteorológicos horarios a nivel diario para el mes de Octubre.....	48
Figura 6.3 Datos meteorológicos horarios a nivel diario para el mes de Noviembre.....	48
Figura 6.4 Datos meteorológicos horarios a nivel diario para el mes de Diciembre.....	49
Figura 6.5 Datos meteorológicos horarios a nivel diario para el mes de Enero	49
Figura 6.6 Datos meteorológicos horarios a nivel diario para el mes de Febrero	50
Figura 6.7 Datos meteorológicos horarios a nivel diario para el mes de Marzo	50
Figura 6.8 Datos meteorológicos horarios a nivel diario para el mes de Abril	51
Figura 6.9 Evaporación total de cada Bandeja de experimentación.....	55
Figura 6.10 Temperatura superficial de lixiviado en las bandejas de experimentación.....	56
Figura 6.11 Ajuste tasas de evaporación promedio de bandejas de experimentación y tasa mediante meteorología	58

Figura 6.12 vértices pretilos intermedios en bandejas de experimentación 65

1. INTRODUCCIÓN

Un relleno sanitario (Decreto Supremo N°189, 2005, “Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y de Seguridad Básica en los Rellenos Sanitarios”), consiste en una instalación de eliminación de residuos sólidos en la cual se disponen residuos sólidos domiciliarios y asimilables a domiciliarios que se encuentra diseñada, construida y operada para minimizar las molestias y riesgos para la salud y la seguridad de la población y daños para el medio ambiente, en el cual los residuos son compactados en capas al mínimo volumen practicable y son cubiertos diariamente, cumpliendo con las disposiciones de la regulación vigente.

Como resultado de la disposición de los residuos sólidos y su posterior descomposición, los rellenos sanitarios generan biogás y lixiviado, pasivos que deben presentar un sistema de captación, control y tratamiento de manera de evitar una propagación incontrolada en el medio que puede causar posibles impactos en el entorno.

El presente trabajo de título se enfoca a evaluar el manejo de lixiviado mediante evaporación natural en bandejas. El lixiviado corresponde al líquido que ha percolado o drenado desde, y a través, de los residuos sólidos y que contiene componentes solubles y material en suspensión provenientes de los residuos (D.S. N°189, 2005); sin embargo, hoy se denomina lixiviado además, a cualquier líquido que haya tenido contacto con los residuos sólidos. El lixiviado es un líquido altamente contaminado y corresponde a un potencial contaminante de cursos de agua.

El relleno sanitario Santiago Poniente, (en adelante RSSP) es uno de los rellenos sanitarios más grandes de la ciudad de Santiago, recibe residuos domiciliarios y asimilables a domiciliarios y está ubicado en la comuna de Maipú. Actualmente recibe aproximadamente 40.000 [ton/mes] de residuos.

El RSSP, para el control de lixiviados posee un sistema de captación, almacenamiento y manejo de los mismos. Para la captación de lixiviados cuenta con una base impermeable en el sector de disposición de residuos la cual evita infiltraciones de lixiviado al terreno natural, evitando la contaminación de napas subterráneas, además posee un sistema de captación basal. Una vez captado el líquido lixiviado es derivado al sistema de almacenamiento constituido por 6 piscinas impermeabilizadas diseñadas para recibir los aportes tanto de lixiviados como de aguas lluvias durante todo el año. Durante los meses de Octubre a Marzo, correspondientes a los meses en los cuales se registran elevadas temperaturas y ausencia de precipitaciones, el lixiviado almacenado es derivado a 5 bandejas de evaporación también impermeabilizadas, las cuales constituyen el sistema de manejo, donde la radiación solar, el viento y la temperatura alcanzada por la lámina impermeabilizante, ayudan al lixiviado a cambiar de fase a estado gaseoso produciendo la evaporación y su dilución en la masa de aire.

El sistema de manejo de lixiviados en bandejas logra la eliminación de al menos 40.000 [m³] de lixiviado durante su operación en un año normal, lo cual, teniendo en cuenta que la tasa de generación de lixiviado es de aproximadamente 6.000 [m³/mes], logra eliminar cerca de un 60% de lixiviado generado durante un año lo cual representa un sistema que da buenos resultados. Por otro lado, se presenta como una solución más económica, al ser natural y al hecho de no utilizar insumos químicos, razón por la cual, se presentan menos emanaciones de gases invernadero y se producen menos residuos excedentes lo que lo hace una alternativa ambientalmente amigable.

El sistema de manejo de lixiviados en bandejas no puede por sí solo dar solución al tratamiento de lixiviados en el RSSP por lo que se debe complementar con tratamiento externo en plantas de tratamiento de aguas servidas, específicamente en la planta El Trebal lo cual se realiza durante todo el año con una frecuencia aproximada de cuatro viajes por día, con lo cual se derivan 1.800 [m³] de lixiviado en promedio al mes a plantas de tratamiento, controlando los niveles en las piscinas de almacenamiento. El tratamiento externo tiene el inconveniente de generar elevados costos, tanto de transporte de lixiviados como de tratamiento.

Debido a lo mencionado anteriormente, el RSSP tiene la necesidad de definir mejoras al sistema de manejo de lixiviados en bandejas de evaporación, razón por la cual se ha realizado el presente trabajo de título.

Este estudio recrea el manejo dado al lixiviado en bandejas de evaporación, utilizando bandejas de experimentación tipo piloto, en las cuales se analizan posibles mejoras al sistema actual, evaluando diferentes experimentos, los cuales son: efecto de la altura de líquido sobre la evaporación, efecto de un sistema de rebalse entre bandejas sobre la evaporación y efecto de un sistema de riego por goteo sobre la evaporación. Estos experimentos corresponden a modificaciones al sistema actual ya que se modifica la altura de lixiviado y la superficie expuesta de estos, aprovechando recursos disponibles y factibles de ser implementadas en las bandejas de evaporación existentes sin incurrir en grandes costos.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

El objetivo general del presente trabajo es encontrar un sistema de operación óptima dentro del sistema de bandejas de evaporación de manera de lograr eliminar la mayor cantidad de líquido lixiviado durante el periodo de evaporación comprendido entre Octubre a Marzo.

1.1.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos corresponden a una serie de pasos a seguir con la finalidad de llegar a obtener el objetivo general, los objetivos específicos son:

- Realizar un análisis de la evaporación producida entre los años 2006 - 2012 mediante el sistema de tratamiento en bandejas, de manera de contar con información del funcionamiento de dicho tratamiento y observar si hay necesidad de realizar cambios en el sistema actual.
- Implementar bandejas de evaporación tipo piloto para poder estudiar en ellas diferentes experimentos.
- Trabajar en bandejas de evaporación tipo piloto (bandejas de experimentación), en los diferentes experimentos, tomando datos meteorológicos y realizando balances de masa en terreno, para cuantificar la evaporación producida.
- Analizar los datos tomados sobre las bandejas de experimentación, obtener tasas de evaporación de las mediciones en terreno y tasas de evaporación a partir de datos meteorológicos. Comparar los distintos experimentos.

- A partir de los resultados obtenidos del análisis de datos, entregar recomendaciones al sistema de evaporación actual para optimizar el tratamiento de evaporación de lixiviados.

1.2. Organización del Informe

El presente trabajo de título contiene la siguiente organización:

- Capítulo N°1: Introducción y objetivos del presente trabajo de título.
- Capítulo N°2: Marco teórico de la evaporación desde masas de agua, las ecuaciones y variables necesarias así como la manera de obtener dichas variables.
- Capítulo N°3: Se describe el proyecto sanitario RSSP, los aspectos generales, las características principales y el actual sistema de manejo de lixiviados, las dimensiones de los sistemas involucrados y la manera de operar de dicho sistema.
- Capítulo N°4: Se describe el primer sistema de bandejas de evaporación diseñado, se realiza un análisis sobre el histórico de lixiviados, es decir, se analiza el funcionamiento del sistema de manejo de lixiviados mediante evaporación a lo largo de los años y por último se describe la proyección de generación de lixiviados y los requerimientos de superficie para el futuro.
- Capítulo N°5: Se describe el sistema experimental para medir la evaporación en el RSSP, sus componentes y la manera en la que se cuantifica la evaporación.
- Capítulo N°6: Se realiza el análisis de las mediciones realizadas sobre el sistema experimental para los tres experimentos realizados. Se obtienen resultados para cada uno de los experimentos.
- Capítulo N°7: Se realizan las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de título.

2. MARCO TEÓRICO SOBRE EVAPORACIÓN DESDE MASAS DE AGUA

En el presente capítulo se presenta la base teórica para la estimación de tasas de evaporación, las variables y la manera de obtener dichas variables. En el presente capítulo se explica además, el proceso de evaporación, de manera de comprender el proceso que se desea optimizar.

2.1. Evaporación

La evaporación es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua y se retira de la superficie evaporante. Para que el agua se evapore, las moléculas de agua deben cambiar de estado, de líquido a vapor y para ello se requiere energía la cual es proporcionada por la radiación solar directa y en menor grado por la temperatura ambiente del aire. La fuerza impulsora para retirar el vapor de agua sobre la superficie viene dada por la diferencia entre la presión de vapor de agua en la superficie evaporante y la diferencia entre la presión de vapor de agua en la atmósfera circundante.

A medida que ocurre la evaporación, el aire circundante se satura gradualmente, teniendo consecuencias en la velocidad a la cual el proceso ocurre hasta que se detiene por completo si la atmósfera circundante se satura, razón por la cual es necesario renovar el aire circundante por una masa de aire más seca. Este reemplazo depende de la velocidad del viento (Camapos, 1998). Por estas razones las variables que intervienen en el proceso de evaporación son:

- Radiación solar.
- Temperatura ambiente del aire.
- Humedad atmosférica.
- Velocidad del viento.

2.2. Métodos para la Estimación de la Evaporación

A continuación se presentan tres métodos para obtener tasas de evaporación a partir de datos meteorológicos. Los métodos presentados a continuación corresponden a:

- Método de balance de energía
- Método aerodinámico
- Método combinado aerodinámico y de balance de energía.

De estos tres métodos, en general se recomienda el uso del método combinado ya que es el que arroja mejores resultados, sin embargo, es necesario la utilización de los métodos de balance de energía y aerodinámico para obtener la tasa de evaporación mediante el método combinado.

2.2.1. Método de Balance de Energía

2.2.1.1. Aspectos Teóricos

El método de balance de energía se usa cuando el transporte de vapor no es limitante, es decir, que la evaporación se ve gobernada por la radiación solar. Las suposiciones para el presente método consisten en que prevalezca un flujo de energía permanente y que los cambios en el almacenamiento de calor en el cuerpo de agua en el tiempo no sean significativos, razón por la cual se aplica para periodos de tiempo diarios o mayores.

Para obtener la tasa de evaporación es necesario resolver las ecuaciones de continuidad y de energía, las cuáles son aplicadas a un tanque de evaporación que contiene agua. A continuación se presenta el volumen de control el cual consiste en un tanque de evaporación.

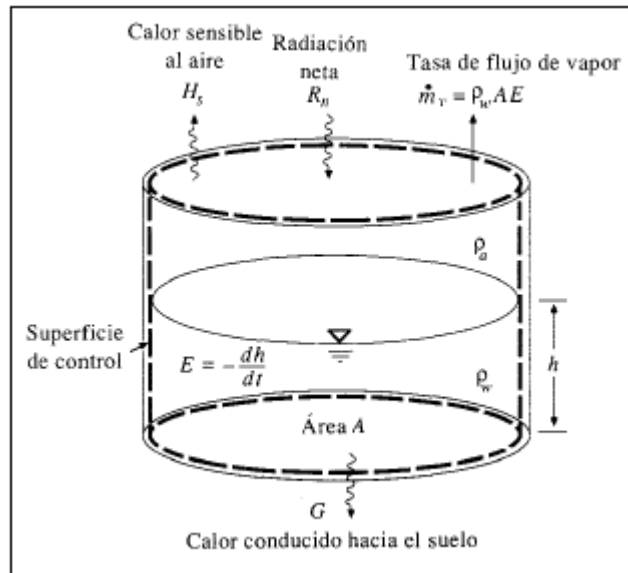


Figura 2.1
Volumen de control en un tanque de evaporación.
 (Fuente: Chow et al. 1994)

Considerando un área unitaria del tanque y que la fuente calórica viene dada por la radiación neta, se tiene que la tasa de evaporación en [mm/d] mediante el método de balance de energía es la siguiente:

$$E_r = \frac{R_n}{I_v * \rho_w} * 1000 * 86400 \quad (2.1)$$

Donde I_v es el calor latente de vaporización en [J/kg], ρ_w es la densidad del agua, la cual se usa como 997 [kg/m³] y R_n es la radiación neta en [W/m²]. 1000 corresponde al factor de conversión de [m] a [mm] y 86400 corresponde al factor de conversión de [s] a [d].

2.2.1.2. Parámetros Necesarios para el Cálculo del Método de Balance de Energía

Los parámetros necesarios para la obtención de la tasa de evaporación en [mm/d] mediante el método de balance de energía y la forma de obtenerlos es la siguiente (FAO, 2006):

- **Radiación neta:** Corresponde a la diferencia entre la radiación entrante y saliente, es decir, es el equilibrio entre la energía absorbida, reflejada y emitida por la superficie terrestre o la diferencia de la radiación de onda corta entrante neta (R_{ns}) y la radiación de onda larga saliente neta (R_{nl}). A continuación se presenta la ecuación para obtener R_n en [W/m²].

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (2.2)$$

La radiación de onda corta entrante neta en [W/m²] se obtiene de la siguiente ecuación:

$$R_{ns} = (1 - \alpha) * R_s \quad (2.3)$$

Donde α es el albedo, para el presente trabajo se utiliza un valor del 6% (U. Chile, 2004). R_s es la radiación solar entrante en [W/m^2].

La radiación solar (R_s) puede ser medida con piranómetros, radiómetros o solarímetros, si no se cuenta con mediciones directas de la radiación solar, puede ser calculada a través de la aplicación de la fórmula de Angstrom, la cual relaciona la radiación solar con la radiación solar extraterrestre (R_a), la cual es la radiación solar que llega a la atmósfera con la duración relativa de la insolación:

$$R_s = \left(a_s + b_s * \frac{n}{N} \right) * R_a \quad (2.4)$$

Donde n es la duración real de la insolación [hr], N , la duración máxima posible de la insolación [hr], a_s es la constante de regresión, que expresa la fracción de radiación extraterrestre que llega a la tierra en días muy nublados ($n=0$). En caso de no contar con datos y que no existan calibraciones se recomienda el valor de $a_s=0,25$. a_s+b_s es la fracción de la radiación que llega a la tierra en días despejados ($n=N$), en caso de no contar con datos y que no existan calibraciones recomienda el valor de $b_s=0,5$.

Por otro lado, la radiación solar en días despejados (R_{s0}), cuando $n=N$ puede ser calculada por la siguiente forma:

$$R_{s0} = (a_s + b_s) * R_a \quad (2.5)$$

Para el caso en que las calibraciones de a_s y b_s no estén disponibles se recomienda utilizar la siguiente ecuación:

$$R_{s0} = (0,75 + 2 * 10^{-5} * z) * R_a \quad (2.6)$$

Donde z es la elevación en [m], para el presente trabajo la elevación se usa igual a 460 [m].

La radiación extraterrestre (R_a) [$\text{MJ}/\text{m}^2 * \text{día}$], para cada día del año y para diversas latitudes se puede estimar a partir de la constante solar, la declinación solar y la época del año de la siguiente manera:

$$R_a = \frac{24 * 60}{\pi} * G_s * d_r * [w_s * \sin(\varphi) * \sin(\delta) + \cos(\varphi) * \cos(\delta) * \sin(w_s)] \quad (2.7)$$

Donde G_s es la constante solar igual a $0,082$ [$\text{MJ} * \text{m}^{-2} * \text{día}^{-1}$], d_r corresponde a la distancia relativa inversa Tierra-Sol, w_s es el ángulo de radiación a la puesta del sol [rad], φ corresponde a la latitud en [rad] y δ es la declinación solar en [rad], para transformar R_a en [W/m^2] se debe multiplicar por un factor de conversión $f=11,6$.

$$d_r = 1 + 0,033 * \cos\left(\frac{2 * \pi * J}{365}\right) \quad (2.8)$$

$$\delta = 0,409 * \sin\left(\frac{2 * \pi * J}{365} - 1,39\right) \quad (2.9)$$

$$w_s = \arccos [-\tan(\varphi) * \tan(\delta)] \quad (2.10)$$

Donde J es el número del día Juliano en el año entre 1 (1 de enero) y 365 (31 de diciembre) y la latitud es positiva para el hemisferio Norte y negativa para el hemisferio Sur.

La radiación neta de onda larga (R_{nl}) es proporcional a la temperatura absoluta de la superficie elevada a la cuarta potencia. Se debe tener en cuenta que el flujo de energía neta que sale de la superficie terrestre es menor que la calculada a causa de la absorción y radiación devuelta al cielo. Como la humedad y la nubosidad tienen un papel importante, se debe corregir el valor calculado. El valor de la radiación neta de onda larga se puede obtener a partir de la siguiente ecuación:

$$R_{nl} = \sigma * \left[\frac{T_{max.K}^4 + T_{min.K}^4}{2}\right] * (0,34 - 0,14 * \sqrt{e_a}) * \left(1,35 * \frac{R_s}{R_{s0}} - 0,35\right) \quad (2.11)$$

Donde R_{nl} es la radiación neta de onda larga en [$MJ/m^2 * día$]. σ es la constante de Stefan-Boltzmann igual a $4,903E-9$ [$MJ/K^4 * m^2 * día$]. $T_{max,K}$ y $T_{min,K}$ es la temperatura máxima y mínima absoluta en un periodo de 24 horas ($°K = °C + 273,16$). e_a es la presión de vapor real en [kPa]. R_s/R_{s0} radiación relativa de onda corta. Para obtener R_{nl} en [W/m^2], se debe multiplicar por el factor $f=11,6$.

Para realizar las correcciones es necesario conocer tanto la presión de vapor real como la presión de vapor de saturación, a continuación se explica el procedimiento de cálculo.

- Presión de vapor: El vapor de agua es un gas y su presión contribuye a la presión atmosférica total. La cantidad de vapor de agua en el aire se relaciona directamente con la presión parcial ejercida por el vapor de agua en el aire, por lo tanto es una medida directa del contenido de vapor de agua en el aire.
 - Presión de vapor de saturación: Corresponde a la presión ejercida cuando el aire no puede almacenar mas moléculas de agua y depende directamente de la temperatura. Se obtiene a partir de los valores de temperatura ambiente máximo y mínimo en un periodo de 24 [hr] ya que al utilizar la temperatura media se obtienen valores subestimados de la presión de vapor de saturación. Se obtiene de la siguiente manera:

$$e^o(T) = 0,6108 * \exp\left(\frac{17,27 * T}{T + 237,3}\right) \quad (2.12)$$

$$e_{as} = \frac{e^{\circ}(T_{max}) + e^{\circ}(T_{min})}{2} \quad (2.13)$$

Donde $e^{\circ}(T)$ y e_{as} están en [kPa] y T en [°C].

- Presión de vapor real: Corresponde a la presión ejercida por el vapor de agua en el aire. e_a está en [kPa].

$$e_a = \frac{\left(e^{\circ}(T_{min}) * \frac{HR_{max}}{100} + e^{\circ}(T_{max}) * \frac{HR_{min}}{100} \right)}{2} \quad (2.14)$$

- Calor latente de vaporización (I_v): El calor latente de vaporización se obtiene de la siguiente ecuación:

$$I_v = 2.500 - 2,36 * T \quad (2.15)$$

Donde I_v está en [kJ/kg] y T en [°C].

Para el cálculo del calor latente de vaporización es necesario utilizar la temperatura ambiente del aire la cual se puede obtener de las siguientes maneras:

- la primera es considerando el valor de la temperatura media de un día. La temperatura ambiente del aire promedio en [°C], en un día se obtiene de la siguiente manera:

$$T_{media} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \quad (2.16)$$

- La segunda manera es considerando que la variación a causa de la temperatura es insignificante, luego el calor latente de vaporización en [J/kg] es el siguiente:

$$I_v = 2,501 * 10^6 \quad (2.17)$$

2.2.2. Método Aerodinámico

2.2.2.1. Aspectos Teóricos

El método aerodinámico se usa cuando el suministro de energía no es un factor limitante.

El segundo factor que controla la tasa de evaporación desde una superficie abierta de agua, corresponde a la habilidad para transportar el vapor de agua lejos de la superficie. La tasa de transporte se determina por el gradiente de humedad en el aire cercano a la superficie y la velocidad del viento a través de dicha superficie. Se utilizan las ecuaciones de transporte de masa y de momentum en el aire.

Considerando el siguiente volumen de control:

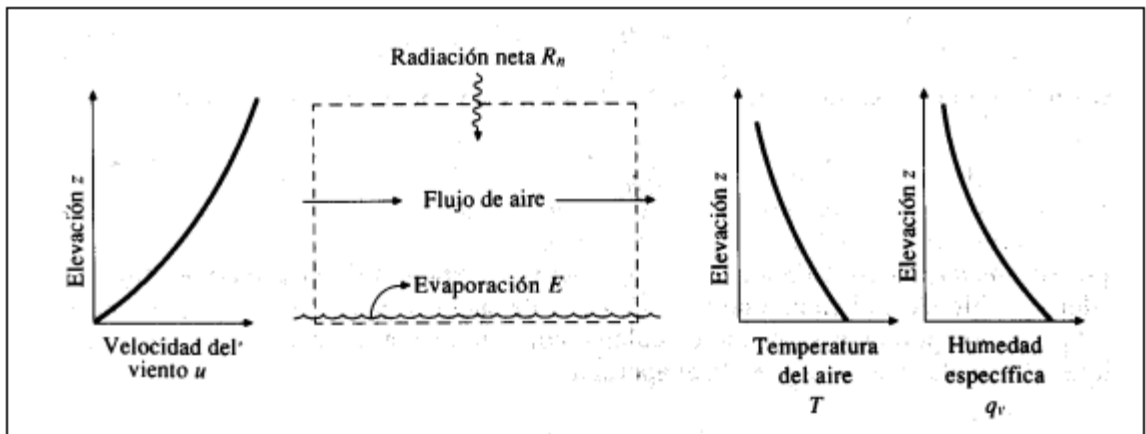


Figura 2.2
Volumen de control para cálculo de evaporación por método aerodinámico.
 (Fuente: Chow et al. 1994)

Tomando un área unitaria del volumen de control, se tiene que la tasa de evaporación mediante el método aerodinámico en [mm/d] es la siguiente:

$$E_a = B * (e_{as} - e_a) * 1000 * 86400 \quad (2.18)$$

Donde e_{as} corresponde a la presión de vapor de saturación en [Pa] y e_a es la presión de vapor real en [Pa]. 1000 corresponde al factor de conversión de [m] a [mm] y 86400 corresponde al factor de conversión de [s] a [d]. B corresponde al coeficiente de transferencia de vapor en [m/Pa*s] que viene dado por:

$$B = \frac{0,622 * \kappa^2 * \rho_a * u_2}{p * \rho_w * \left[\ln \left(\frac{z_2}{z_0} \right) \right]^2} \quad (2.19)$$

Donde κ corresponde a la constante de Von Karmann igual a 0,4. ρ_a es la densidad del aire que se utiliza igual a 1,2 [kg/m³]. u_2 corresponde a la velocidad del viento medida a dos metros de altura. z_2 corresponde a la altura de medición de la velocidad del viento, en este caso corresponde a 2 [m]. p corresponde a la presión atmosférica y z_0 es la altura de rugosidad.

A continuación se aprecian valores de altura de rugosidad para diferentes superficies:

Tabla 2.1
Valores aproximados de la altura de rugosidad en superficies naturales

Superficie	Altura de rugosidad z0 [cm]
Hielo, fango	0,001
Agua	0,01 - 0,06
Pasto (hasta 10 [cm] de altura)	0,1 – 2
Pasto (10 a 50 [cm] de altura)	2 – 5
Vegetación (1-2 de altura)	20
Árboles (10-15 de altura)	40 – 70

(Fuente: Chow et al. 1994)

Para el presente trabajo se utiliza una altura de rugosidad de 0,03 [cm].

2.2.2.2. Parámetros Necesarios para el Cálculo del Método Aerodinámico

Los parámetros necesarios para obtener la tasa de evaporación en [mm/día] mediante el método aerodinámico y la manera de obtener dichos parámetros corresponden a (FAO, 2006):

- Presión de vapor de saturación: Se obtiene a partir de la ecuación (2.12) y la ecuación (2.13)
- Presión de vapor real: Se obtiene a partir de la ecuación (2.14).
- Presión atmosférica: Corresponde a la presión ejercida por el peso de la atmósfera terrestre. Para calcular P, puede emplearse una simplificación de la ley de los gases ideales a una temperatura atmosférica estándar de 20°C:

$$P = 101,3 * \left(\frac{293 - 0,0065 * z}{293} \right)^{5,26} \quad (2.20)$$

Donde P es la presión atmosférica en [kPa] y z es la elevación en [m].

- Velocidad del viento: Como la velocidad del viento varía en el tiempo, es necesario expresarla como el promedio sobre un intervalo de tiempo determinado y se mide utilizando anemómetros. Para el cálculo del método aerodinámico se necesita la velocidad promedio diaria a una altura de 2 [m]. La velocidad del viento a diversas alturas sobre la superficie del suelo tienen valores diferentes, para ajustar los datos de velocidad (medidos a 10 [m] de altura) se puede usar la siguiente relación logarítmica:

$$u_2 = u_z * \left(\frac{4,87}{\ln(67,8 * z - 5,42)} \right) \quad (2.21)$$

Donde u₂ está en [m/s].

2.2.3. Método Combinado Aerodinámico y de Balance de Energía

2.2.3.1. Aspectos Teóricos

Normalmente tanto el suministro de energía como el transporte de vapor son factores limitantes, razón por la cual es necesaria una combinación de ambos métodos para obtener el cálculo de la tasa de evaporación mediante el método combinado, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$E = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} * E_r + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} * E_a \quad (2.22)$$

Donde E_r es la tasa de evaporación en [mm/d] mediante el método de balance de energía, E_a es la tasa de evaporación en [mm/d] mediante el método aerodinámico, Δ es el gradiente de la curva de presión de saturación de vapor en [Pa/°C] y γ es la constante psicrométrica en [Pa/°C].

2.2.3.2. Parámetros Necesarios para el Cálculo del Método Combinado

Los parámetros necesarios para obtener la tasa de evaporación en [mm/d] mediante el método combinado y la forma de obtener dichos parámetros corresponden a (FAO, 2006):

- Pendiente de la curva de presión de saturación de vapor:

$$\Delta = \frac{4.098 * e_{as}}{(237,3 + T)^2} \quad (2.23)$$

Donde e_{as} es la presión de vapor de saturación en [kPa] y T es la temperatura del aire en [°C], luego Δ se encuentra en [kPa/°C].

- Constante psicrométrica:

$$\gamma = \frac{C_p * p}{0,622 * I_v} \quad (2.24)$$

Donde C_p es el calor específico a presión constante igual a 1,013 E-3 [MJ/kg°C], P es la presión en [kPa] y I_v es el calor latente de vaporización en [MJ/kg], luego γ se encuentra en [kPa/°C].

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO SANITARIO RSSP Y SU ACTUAL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS

En el presente capítulo se describe el proyecto RSSP, su ubicación y sus características generales, así como también, se describe el sistema de manejo que actualmente existe para el lixiviado el cual consiste en evaporación natural en bandejas y tratamiento externo en plantas de tratamiento de aguas servidas.

3.1. Aspectos Generales

El RSSP corresponde a un proyecto conformado por una serie de obras y sistemas los cuales le permiten operar con los estándares de calidad que aseguran un buen manejo de los residuos sólidos en su disposición final.

Los residuos dispuestos en el RSSP son de origen domiciliario y asimilable a domiciliarios. Los residuos domiciliarios corresponden a los desperdicios generados en las viviendas, locales comerciales y de expendio de alimentos, hoteles, colegios, oficinas y cárceles además de aquellos desechos provenientes de podas y ferias libres. Según sus características físicas se clasifican en gases, líquidos, sólidos; y por su origen en desechos orgánicos e inorgánicos. La fracción orgánica está formada por restos de comida, papel, cartón, textiles, goma, cuero, madera, etc. La fracción inorgánica está formada por artículos como vidrio, cerámicas, latas, aluminio y metales.

Los residuos sólidos asimilables a domiciliarios son aquellos que dadas sus características de no peligrosidad, pueden ser dispuestos en instalaciones destinadas a la disposición final de residuos sólidos domiciliarios. Estos residuos son depositados en el sector del relleno sanitario directamente por las empresas recolectoras a causa de no poseer una estación de transferencia.

Los residuos son compactados y cubiertos diariamente controlando impactos al medio ambiente.

3.2. Ubicación

El RSSP se ubica en la región Metropolitana de Chile, provincia de Santiago, en la comuna de Maipú, en el extremo sur occidental de Rinconada de Maipú, específicamente en el fundo la Ovejería sin número de Rinconada de Lo Vial. Las coordenadas UTM son las siguientes:

Tabla 3.1
Coordenadas UTM 19 PSAD 56

Norte	Este
6289506	325808
6289509	326795
6288867	326833
6288860	325807

(Fuente: Proactiva Servicios Urbanos, Chile, 2011)

A continuación es posible observar la ubicación del relleno sanitario y la vía de acceso:

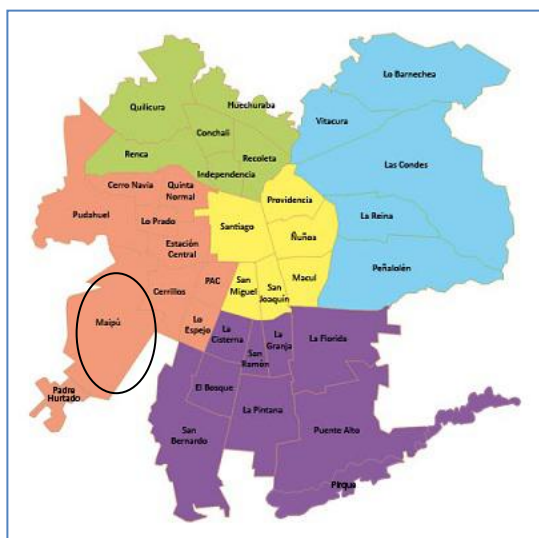


Figura 3.1
Ubicación de Maipú en el mapa de la ciudad de Santiago



Figura 3.2
Acceso a relleno sanitario Santiago Poniente.
(Fuente: RSSP)

La Tabla 3.2, muestra el camino de acceso al relleno sanitario el cual corresponde al camino Rinconada, camino Trebal y camino interior. El camino Silva Carvallo es un proyecto que aún no se realiza debido a que no se ha podido conseguir la servidumbre de paso; sin embargo, será una vía de acceso al sector del relleno sanitario en el futuro.

3.3. Características

El RSSP es uno de los rellenos sanitarios más grandes de la ciudad de Santiago y junto con el relleno sanitario Santa Marta nace del cierre del vertedero Lepanto, por lo que recibe los residuos sólidos domiciliarios de gran parte del sector sur de Santiago que originalmente descargaban sus residuos ahí, tales como: Cerrillos, Estación Central, Peñalolén, Isla de Maipo, Padre Hurtado, Peñaflor, San Bernardo, Calera de Tango y El Monte.

La superficie aproximada del predio de emplazamiento del proyecto es de 900 [ha] de las cuales el proyecto comprende un área total de 300 [ha] en el sector sur poniente de la propiedad. Con respecto a los residuos sólidos, el RSSP fue diseñado para recibir en sus inicios, 45.000 [ton/mes] de residuos, con un aumento de 3,5 % anual; sin embargo, en la actualidad puede recibir 40.000 [ton/mes] hasta que se realicé el proyecto de camino Silva Carvallo.

3.4. Control y Manejo Actual de Lixiviado en el RSSP

El sistema de tratamiento de lixiviados comprende distintas etapas las cuáles son:

- Minimizar la generación de lixiviado.
- Captar y Conducir lixiviado hacia 6 piscinas de almacenamiento.
- Derivar lixiviado desde las piscinas de almacenamiento a 5 bandejas de evaporación.
- Tratamiento externo en plantas de tratamiento de aguas servidas.
- Disposición de lodos producto de la evaporación, en el sector de disposición de residuos.

3.4.1. Minimización de la Generación de Lixiviado

Para minimizar la generación de lixiviados, se debe conocer de qué manera se genera dicho líquido. Como se mencionó anteriormente el lixiviado se genera producto de la infiltración al relleno de aguas lluvias, por la humedad de los residuos y descomposición anaeróbica de éstos; sin embargo, resulta difícil cuantificar la generación de lixiviado dado a la variante en la humedad de los residuos y a la variante de las precipitaciones.

Para estimar la generación de lixiviado existen herramientas computacionales las cuales se basan principalmente en la realización del siguiente balance de masas al interior del relleno:

$$L_x = P_p + AA + HR - (E + T + E_s) \quad (3.1)$$

Donde L_x es el líquido lixiviado, P_p corresponde a la precipitación, AA es el agua afluyente, HR corresponde a la humedad de los residuos, E es la evaporación, T corresponde a la Transpiración y E_s corresponde a la escorrentía.

Se puede apreciar que es posible intervenir evitando las aguas afluentes y la escorrentía de líquido lixiviado, razón por la cual, las medidas adoptadas en el RSSP para minimizar la generación de lixiviados se centra principalmente en el control de pendientes, mejoramiento de coberturas y un continuo mantenimiento y mejora de canales de intercepción de aguas lluvias, de manera de evitar que la precipitación se acumule sobre el relleno infiltrando al interior de este, logrando actuar sobre la variable precipitación y agua afluyente. La base del relleno se encuentra impermeabilizada evitando que el lixiviado contamine las aguas subterráneas y evitando la infiltración de agua subterránea a la masa de residuos, lo que produciría un aumento en el volumen de lixiviados. La escorrentía de líquido lixiviado corresponde a una variable controlada de igual manera ya que no se permite que el lixiviado escurra si no que es captado para ser almacenado en piscinas de almacenamiento.

3.4.2. Captación y Almacenamiento de Lixiviado

El lixiviado es captado en la zona de disposición de residuos mediante una serie de ductos que canalizan el lixiviado, luego es conducido hacia 6 piscinas de almacenamiento impermeabilizadas de forma trapezoidal.

Las piscinas de almacenamiento están diseñadas para almacenar lixiviado y aguas lluvias en caso de existir. La capacidad de cada piscina considerando 50 [cm] de revancha (desde el borde de la piscina hasta la cota superficial de lixiviado) se presenta en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2
Capacidad de almacenamiento en piscinas de almacenamiento.

Piscinas	Capacidad útil de almacenamiento [m³]
1	3.651
2	3.207
3	11.359
4	12.012
5	22.078
6	18.837
Total	71.144

(Fuente: Proactiva servicios urbanos, Chile, 2011)

Las piscinas de almacenamiento se encuentran expuestas al clima del sector del relleno sanitario, razón por la cual existe evaporación en ellas.

La superficie libre en las piscinas de almacenamiento se presenta en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3
Superficie libre aproximada en piscinas de almacenamiento

Piscinas	Superficie [m²]
1	1.175
2	1.100
3	3.298
4	3.294
5	4.380
6	4.662
Total	17.909

(Fuente: Proactiva servicios urbanos, Chile, 2011)

En la Tabla 3.2 se puede observar que las piscinas tienen una gran capacidad de almacenamiento; sin embargo, si la tasa de generación promedio de lixiviados es de 200 [m³/d] en un año de 365 [d] se generan 73.000 [m³], además, considerando una precipitación promedio anual de 308,8 [mm/año] (Municipalidad de Maipú, 2012) y la superficie total de las piscinas de almacenamiento de la Tabla 3.3 se tiene que el aporte de las precipitaciones es de 5.530 [m³]. Sumando los aportes de lixiviado y aguas lluvias se tiene que se deben acumular 78.530 [m³/año], valor superior a la capacidad de almacenamiento del sistema de piscinas. Debido a lo anterior, es de suma importancia un sistema de tratamiento que asegure la disminución del volumen almacenado en las piscinas. Por otra parte, el sistema de almacenamiento asegura el control sobre el lixiviado ya que al estar en piscinas impermeabilizadas no es posible que se contamine el suelo y por consiguiente las napas subterráneas.

Por otro lado, como se puede apreciar de la Tabla 3.3, la superficie libre de lixiviado en conjunto de las piscinas de almacenamiento es de 1,79 [ha] es por esta razón, que las piscinas de almacenamiento además de cumplir su rol de almacenar lixiviados, sirven como espejos de agua para la evaporación de éstos y se convierten en un elemento importante al sistema de evaporación.

3.4.3. Evaporación en Bandejas

El lixiviado es derivado de las piscinas de almacenamiento a 5 bandejas destinadas a la evaporación. Las bandejas son planas de forma trapezoidal y estancas, en las cuales se mantiene el lixiviado con profundidades bajas, alrededor de los 15 a 40 [cm]; las 5 bandejas son independientes entre sí.

La principal ventaja del método actual consiste en el aprovechamiento de energía renovable lo cual hace de este sistema de manejo de lixiviados, un sistema de muy bajo costo dado que una vez realizada la inversión (construcción de las bandejas), los costos son mayoritariamente de mantenimiento. Por otro lado posee ventajas en cuanto a la generación de lodo ya que se estima que 1 [m³] de lixiviado tratado por plantas de tratamiento de aguas servidas genera 0,14 [m³]¹ de lodos mientras que 1 [m³] de lixiviado evaporado genera 0,003 [m³] de lodo como promedio, es decir, se genera sólo un 2% del lodo que se generaría al tratar el lixiviado en plantas de tratamiento de aguas servidas.

El lixiviado tiene un alto nivel contaminante por lo que se debe evitar que tenga contacto con napas subterráneas, es por esto que las bandejas de evaporación deben contar con una base impermeabilizada. Para la impermeabilización de las bandejas primero se prepara el terreno natural con una capa de arcilla de 10 [cm] y luego se implementan con un sistema de impermeabilización compuesta por geosintéticos. Estos geosintéticos en orden son:

- Geomembrana de HDPE de 0,5 [mm] de espesor (geomembrana primaria)
- Geotextil no tejido agujado mayor a 250 [gr/m²]
- Geomembrana de HDPE de 0,5 [mm] de espesor (geomembrana secundaria)

El área expuesta de lixiviado en las bandejas a una altura de líquido de 10 [cm] se puede apreciar a continuación en la Tabla 3.4:

Tabla 3.4
Superficie expuesta de lixiviado en bandejas de evaporación

Bandejas	Superficie [m²]
1	6.456
2	5.156
3	3.195
4	5.753
5	5.320
Total	25.880

(Fuente: Proactiva servicios urbanos, Chile, 2011)

¹ Planta de tratamiento relleno sanitario La Yesca.

La forma de las bandejas es trapezoidal por lo que al tener mayor altura de lixiviado se tiene mayor espejo de agua, a causa del talud existente.

Es de suma importancia para el cálculo de la evaporación conocer la superficie expuesta del líquido por lo que para relacionar el volumen embalsado en las bandejas con el área expuesta de lixiviado se realizaron curvas, para lo cual se utilizó la información entregada por el RSSP de superficie y volumen de los meses comprendidos entre Octubre a Marzo del periodo 2011-2012. Finalmente las ecuaciones que mejor describen las curvas realizadas son las siguientes y se presentan a continuación en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5
Área expuesta de lixiviado a partir del volumen embalsado en bandejas

	A_{ex} vs V_{em}
B1	$A_{ex}=4955+0,9*V_{em}$
B2	$A_{ex}=5476+0,22*V_{em}$
B3	$A_{ex}=4545+0,7*V_{em}$
B4	$A_{ex}=5650+0,27*V_{em}$
B5	$A_{ex}=5186+0,29*V_{em}$

(Fuente: propia a partir de datos entregados por RSSP)

3.4.4. Tratamiento Externo

El tratamiento externo consiste en el envío de lixiviados a plantas de tratamiento de aguas servidas, práctica que es realizada desde septiembre del año 2005. Este tratamiento es realizado en la planta de tratamiento El Trebal, la cual se encuentra a 4 [km] del RSSP aproximadamente, además se tiene como alternativa de tratamiento externo, la planta La Farfana.

Actualmente se trasladan lixiviados de lunes a viernes con una frecuencia de 4 viajes por día, la cantidad de lixiviado tratado de esta manera varía entre 400 a 500 [m³/semana] manteniendo los niveles de las lagunas de almacenamiento. Los costos asociados al tratamiento externo son aproximadamente 0,18 [UF/m³] de tratamiento y 0,1 [UF/m³] de transporte.

Para tener una idea del costo que significa el tratamiento externo de lixiviado, se estimó el costo en pesos aproximado hasta el día de hoy de dicho tratamiento. Para esto, se consideró que la cantidad de lixiviado tratado semanalmente corresponde a 450 [m³/semana] lo cual es el promedio de la cantidad tratada semanalmente en la actualidad, por lo que considerando una semana de 5 días, la cantidad de lixiviado tratado diariamente es de 90 [m³/d], por otro lado no se consideraron en el análisis los días feriados. El valor de la unidad de fomento (UF) a nivel diario fue obtenido a través de internet, en la base de datos de la página de servicio de impuestos internos. A continuación se presentan los resultados en la Tabla 3.6 y en la Tabla 3.7

Tabla 3.6
Resumen datos para el cálculo del costo de tratamiento externo

Lixiviado [m ³ /semana]	450
Lixiviado [m ³ /día]	90
tratamiento [UF/m ³]	0,18
transporte [UF/m ³]	0,1
total [UF/m³]	0,28

(Fuente: RSSP)

Tabla 3.7
Costo tratamiento externo por año

Año	Meses	Costo [MM \$]
2005	Sep-Dic	37,78
2006	Ene-Dic	119,00
2007	Ene-Dic	123,56
2008	Ene-Dic	134,38
2009	Ene-Dic	138,17
2010	Ene-Dic	138,17
2011	Ene-Dic	143,14
2012	Ene-May	61,78
Total		895,99

Como se puede apreciar de la Tabla 3.7, el costo asociado al tratamiento externo de lixiviados es muy elevado por lo que es de suma importancia lograr reemplazar dicho sistema de manejo de lixiviado por otro a menor costo.

3.4.5. Disposición de Lodos Producto del Residuo de la Evaporación en Bandejas

El lixiviado posee una parte líquida y una parte sólida compuesto por sólidos en suspensión los cuales al ser un componente sólido no son evaporados y quedan como residuo en las bandejas en forma de lodo.

La presencia de lodo en las bandejas resta capacidad a estas para almacenar líquido razón por la cual al término de la temporada de evaporación, las bandejas de evaporación deben ser limpiadas de manera de contar con la capacidad completa de las bandejas para el siguiente periodo, además, la presencia de lodo contamina el lixiviado convirtiéndolo en un líquido espeso el cual genera mayores problemas al momento de ser tratado mediante evaporación.

Como se mencionó anteriormente según la experiencia del relleno sanitario La Yesca, la generación de lodo es de 0,003 [m³] de lodo por [m³] de lixiviado evaporado luego, en un año normal se evaporan en promedio al menos 40000 [m³] lo que significa una generación de lodos de 120 [m³]. Como la evaporación es realizado en bandejas de evaporación y en las piscinas de almacenamiento se tiene que se resta volumen de almacenamiento a piscinas y bandejas.

Observando la Tabla 3.4 y suponiendo una altura de lixiviado de 10 [cm] y bandejas rectangulares se tiene lo que se indica en la Tabla 3.8

Tabla 3.8
Volumen almacenado en bandejas de evaporación con una altura de lixiviado de 10 [cm]

Bandejas	Superficie [m²]	Volumen [m³]
1	6.456	646
2	5.156	516
3	3.195	320
4	5.753	575
5	5.320	532
Total	25.880	2.588

(Fuente: RSSP)

Luego en 10 años de operación la producción de lodos es de 1.200 [m³], cantidad de lodo que llenaría las bandejas N°1 y N°2 dejando al sistema de tratamiento con sólo 3 bandejas de evaporación.

Para evitar la acumulación de lodo en bandejas y piscinas, el lodo es extraído de las bandejas cuando se encuentra seco o semi - seco, es decir, se deben dejar secar las bandejas de evaporación antes de limpiarlas. El proceso de limpieza se realiza manualmente; el lodo extraído luego es llevado a la zona de disposición de residuos mediante la utilización de camiones.

Durante la operación del relleno sanitario no se ha realizado la limpieza de las bandejas con la frecuencia necesaria, razón por la cual, al haber exceso de lodo, se aprecia un líquido denso en algunas bandejas y tanto las bandejas como las piscinas de acumulación no se encuentran con su capacidad completa, convirtiendo el proceso en un proceso menos eficiente que en el caso de encontrarse las bandejas y piscinas libre de lodos.

4. HISTÓRICO DE LIXIVIADOS Y EVAPORACIÓN EN EL RELLENO SANITARIO SANTIAGO PONIENTE

En el presente capítulo se analiza el sistema de evaporación en bandejas desde el comienzo de su utilización. En una primera parte se presenta el sistema de evaporación propuesto a raíz de un estudio realizado por la División de Recursos Hídricos y Medio Ambiente del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile en Diciembre del año 2004, para el manejo de lixiviados, luego se presenta el sistema existente y los resultados obtenidos mediante dicho tratamiento a lo largo de su funcionamiento. Finalmente se presentan los requerimientos de evaporación que se estiman para tratar la proyección futura de lixiviados.

4.1. Primer Diseño de Bandejas de Evaporación

A raíz del estudio realizado por la División de Recursos Hídricos y Medio Ambiente del departamento de ingeniería civil de la Universidad de Chile se propuso un sistema de tratamiento de lixiviados mediante evaporación natural que consta de evaporación estática y evaporación dinámica.

4.1.1. Manejo de Lixiviados Mediante Evaporación Estática:

El manejo de lixiviados mediante evaporación estática consiste principalmente en espejos de lixiviado sin la inducción mecánica de movimiento, los cuales al interactuar con las variables meteorológicas logran evaporar lixiviado. Las propuestas son las siguientes:

- Piscinas de almacenamiento: El sistema de evaporación estática contempla la evaporación producida en las piscinas de almacenamiento ya que corresponden a espejos de lixiviados.
- Bandejas de evaporación: La propuesta de bandejas de evaporación consiste en unidades pequeñas de aproximadamente 100 [m²] de superficie expuesta, las cuales se sitúan sobre plataformas terminadas o en operación es decir, se sitúan sobre la masa de residuos. Las bandejas deben ser impermeables, es decir, construidas a base de PVC de color negro de manera de aumentar la eficiencia de evaporación; La altura de lixiviado al interior de las bandejas debe ser la menor altura posible, se recomienda altura de lixiviado menor a 10 [cm] de manera de que exista una relación eficiente entre altura y superficie, debido a la pequeña altura de lixiviado, las bandejas de evaporación no cumplen función de almacenamiento. Las bandejas son de carácter estacional es decir una vez terminado el periodo de evaporación se desarman y se guardan.

El problema que se presenta en el mediano y largo plazo constituye el posible asentamiento del lugar de emplazamiento.

- Piscinas temporales de evaporación: Constituyen unidades de mayor superficie que las bandejas de evaporación, por sobre los 1000 [m²], las cuales se sitúan fuera del sector de la basura, razón por la cual se necesita que el sistema de impermeabilización sea más riguroso que para el caso de las bandejas de evaporación. La altura de lixiviado debe ser lo más baja posible, en lo posible menor a 10 [cm] y procurando dejar una revancha de 20 [cm] con el motivo de soportar aguas lluvias que puedan ocurrir en el periodo de evaporación. Las piscinas temporales de evaporación se encuentran diseñadas para ser desmontadas al término del periodo de evaporación.

A continuación se presenta el diseño de las bandejas y piscinas temporales de evaporación:

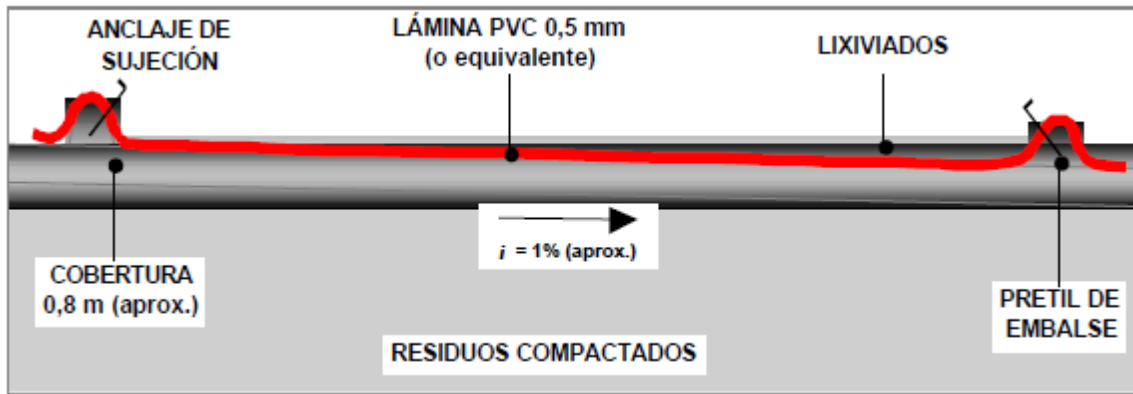


Figura 4.1
Diseño Bandeja de evaporación.
 (Fuente: U. Chile 2004)

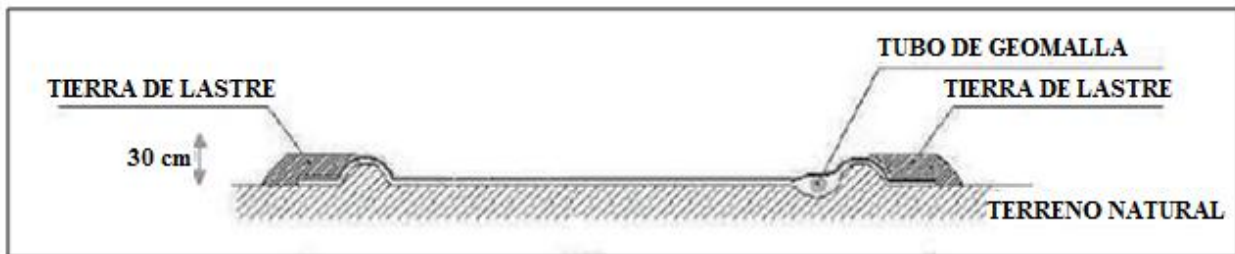


Figura 4.2
Diseño Piscinas temporales de evaporación.
 (Fuente: U. Chile 2004)

4.1.2. Manejo de Lixiviados Mediante Evaporación Dinámica

La evaporación dinámica consiste en rociar sobre las lagunas y bandejas rociadores o “sprinklers” que pulverizan el lixiviado generando gotas o microgotas sobre cuya superficie se produce el efecto de la evaporación, se debe controlar el alcance de las gotas de lixiviado de manera de impedir la descarga de lixiviado fuera del límite impermeabilizado.

El sistema de tratamiento mediante evaporación dinámica no se encuentra permitido debido al posible aumento en los olores y a la posibilidad de que el lixiviado alcance sectores no impermeabilizados, razón por la cual dicho método no es posible de ser utilizado.

4.2. Generación y Evaporación de Lixiviados a lo Largo de los Años de Operación

Para tener una idea de la eficiencia del método de evaporación natural mediante bandejas de evaporación, a continuación se revisa la evaporación que se ha producido durante los años de operación. Para esto se debe tener en cuenta que la generación de lixiviados se estima de aproximadamente 200 [m³/d].

A continuación se presenta la evaporación y generación de lixiviados en diferentes periodos de evaporación en la Tabla 4.1:

Tabla 4.1
Evaporación y generación de lixiviado en los periodos de evaporación comprendidos del 2006-2011

Temporada	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	Total
Evaporación Bandejas [m ³]	26.807	45.108	35.445	35.778	37.922	181.060
Evaporación Piscinas [m ³]	15.623	18.741	17.410	15.334	15.240	82.348
Total Evaporación [m ³]	42.430	63.849	52.885	51.112	53.162	263.438
Total Generación [m ³]	35.282	36.050	32.549	35.540	30.388	169.809
Evaporación vs. Generación en periodo de evaporación [%]	120	177	162	144	175	-
Evaporación vs. Generación anual [%]	60	88	81	71	87	-

(Fuente: RSSP)

Se debe mencionar de la Tabla 4.1, que se observan valores de evaporación para bandejas y para piscinas, el valor de evaporación asociado a cada uno de estos elementos que constituyen el sistema de evaporación al interior del relleno sanitario se obtiene a partir del valor total de evaporación y luego se asigna un valor de evaporación de acuerdo a la superficie expuesta, mediante proporcionalidad, metodología que es realizada actualmente por el RSSP, por lo que los valores aquí mostrados corresponden a buenas aproximaciones; sin embargo, no son los valores reales.

Por otro lado, se puede apreciar que se logra eliminar por sobre un 60% del lixiviado generado durante un año mediante tratamiento en bandejas de evaporación natural, sin embargo, no es posible de por sí solo eliminar la totalidad de lixiviado por lo que existe requerimientos de tratar lixiviado mediante tratamiento externo. Además se aprecia que el tratamiento mediante bandejas es capaz de evaporar más de la totalidad de lixiviado generado durante el periodo estival, dejando mayor capacidad para almacenar lixiviado en las bandejas y dejando el sistema preparado para recibir los aportes de aguas lluvias y de lixiviados en los periodos fuera del periodo estival.

Es de suma importancia analizar el último periodo de evaporación correspondiente al periodo estival 2011- 2012, ya que corresponde al mismo periodo en el cual se realizaron los experimentos en las bandejas de experimentación.

Los valores de evaporación registrados en las bandejas que actualmente existen, así como los valores de generación de lixiviados en el RSSP, se pueden apreciar a continuación en la Tabla 4.2:

Tabla 4.2
Evaporación durante el periodo de evaporación comprendido en 2011-2012

	ΔV_i [m ³]	G_{lix} [m ³]	T_{ext} [m ³]	ΔV_f [m ³]	E [m ³]	\bar{A} [Ha]	E_t [m ³ /Ha/día]
Oct-11	65.830	4.572	1.731	63.576	5.095	4,24	34
Nov-11	63.576	4.716	1.415	60.128	6.749	4,39	51
Dic-11	60.128	4.497	1.801	54.728	8.096	4,32	60
Ene-12	54.728	4.881	1.558	49.372	8.679	4,24	66
Feb-12	49.372	4.938	531	46.501	7.277	4,21	60
Mar-12	46.501	5.022	1.878	42.286	7.360	4,18	57
Total	-	28.625	8.914	-	43.255	-	-

(Fuente: Propia a partir de datos entregados por RSSP)

Donde ΔV_i corresponde a la cantidad de lixiviados almacenado al principio del mes, G_{lix} corresponde a la generación de lixiviados en el mes correspondiente, el cual se encuentra monitoreado en las descargas de lixiviado a las piscinas de almacenamiento, T_{ext} es el tratamiento externo de lixiviados durante el mes en estudio, ΔV_f corresponde al volumen de lixiviados almacenado al final del mes analizado, E es el volumen de lixiviados evaporado, \bar{A} es la superficie expuesta de lixiviados tanto en piscinas de almacenamiento como en bandejas de evaporación y E_t es la tasa de evaporación observada durante el mes considerando la evaporación el intervalo de tiempo y la superficie expuesta de lixiviados.

De la Tabla 4.2 se aprecia que en el último periodo de evaporación se logró evaporar un 151% por sobre lo generado durante el mismo periodo de evaporación. Suponiendo que se genera a la misma tasa durante todo el año se tiene que el sistema de evaporación logra evaporar un 76% del lixiviado generado a lo largo del año.

Por otro lado se puede apreciar de la Tabla 4.1 y Tabla 4.2 que la generación de lixiviados ha ido disminuyendo a lo largo de los años a causa de la disminución de precipitaciones y a la restricción en la recepción de toneladas de basura; sin embargo, el valor de la generación de lixiviados debe aumentar ya que la cantidad de toneladas que recibe el relleno sanitario debiese aumentar una vez este en regla la realización del camino de acceso.

Las superficies asociadas tanto a piscinas de almacenamiento y a bandejas de evaporación, en el último periodo de evaporación se pueden apreciar a continuación:

Tabla 4.3
Superficie expuesta de lixiviado durante el periodo de evaporación comprendido en 2011-2012

\bar{A} [Ha]	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Bandejas	2,73	2,88	2,86	2,84	2,86	2,90
Piscinas	1,51	1,50	1,46	1,40	1,34	1,28
Total	4,24	4,39	4,32	4,24	4,21	4,18

(Fuente: RSSP)

En la tabla anterior se aprecia que hay una gran superficie disponible para evaporar lixiviados, la superficie de las bandejas de evaporación es mayor y presenta más eficiencia la cual no es posible

de apreciar en las tablas anteriores; sin embargo, al tener pequeñas profundidades de lixiviado la eficiencia debe aumentar.

4.3. Proyecciones de Generación de Lixiviados y Requerimientos de Evaporación Futuro

La tasa promedio de generación de lixiviado medida actualmente es de 200 [m³/d]; sin embargo, se estima que la tasa de generación de lixiviados aumentará a 300 [m³/d] para el año 2033 según el estudio de proyección de lixiviados para el RSSP realizado por la empresa consultora KRITSMANN (Proactiva servicios urbanos, 2011). Se debe mencionar que la presente proyección toma en cuenta las toneladas que debiese estar recibiendo el relleno sanitario y no contempla la restricción impuesta. A continuación se presenta una tabla resumen de la superficie de lixiviado expuesto a las variables meteorológicas necesario para lograr evaporar el lixiviado generado:

Tabla 4.4
Superficie necesaria para evaporación durante el periodo 2011-2033

Año	Superficie requerida [m ²]	Superficie actual [m ²]	Superficie adicional [m ²]
2011	45535	43789	1746
2012	47419	43789	3630
2013	48856	43789	5067
2014	51153	43789	7364
2015	52894	43789	9105
2016	58668	43789	14879
2017	55699	43789	11910
2018	56686	43789	12897
2019	57901	43789	14112
2020	55370	43789	11581
2021	59619	43789	15830
2022	61249	43789	17460
2023	62222	43789	18433
2024	63726	43789	19937
2025	65498	43789	21709
2026	71970	43789	28181
2027	67439	43789	23650
2028	68291	43789	24502
2029	69955	43789	26166
2030	67588	43789	23799
2031	73491	43789	29702
2032	76213	43789	32424
2033	76800	43789	33011

(Fuente: Proactiva servicios urbanos, Chile, 2011)

Como es posible apreciar, la generación de lixiviados debe aumentar a medida que transcurren los años al igual que la necesidad de tratar el lixiviado de manera económica y amigable al medio ambiente. Manteniendo el sistema de bandejas que actualmente existe, los requerimientos de superficie expuesta de lixiviado es de 3,3 [ha] extras a la superficie actual o un aumento de lixiviado tratado en plantas de tratamiento externo.

5. SISTEMA EXPERIMENTAL PARA MEDIR EVAPORACIÓN EN EL RSSP

En el presente capítulo se describe la instalación experimental y la metodología utilizada para cuantificar la evaporación de lixiviados y encontrar la manera de operación más apropiada dentro del sistema de bandejas de evaporación. Se describe la ubicación de la instalación experimental, su forma, los materiales que las componen etc. Así mismo, se describen los diferentes experimentos realizados sobre las bandejas de experimentación y las mediciones que se toman sobre ellas.

5.1. Bandejas de Experimentación

Se construyeron tres bandejas conectadas de experimentación en el RSSP, específicamente en el sector donde se ubican las bandejas de evaporación actualmente existentes. El objetivo consiste en reproducir el sistema de tratamiento en bandejas de evaporación con variantes, de manera de cuantificar el posible aumento en la evaporación al evaluar diferentes experimentos sobre ellas.

Para lograr los resultados deseados es de suma importancia la ubicación de las bandejas de experimentación ya que al estar en el mismo sector de las bandejas existentes, ambas se encuentran bajo las mismas condiciones meteorológicas por lo que un aumento relativo en la evaporación medida en la instalación experimental se puede atribuir a los cambios aplicados.

Las bandejas de experimentación son de forma trapezoidal y se encuentran recubiertas por una geomembrana de HDPE de 0,5 [mm] de espesor. La geomembrana de HDPE, no sólo cumple la misión de impermeabilizar sino también colaborar con el aumento de la temperatura del líquido lixiviado ya que absorbe calor alcanzando temperaturas de hasta 70°C en la época estival beneficiando la evaporación.

A continuación se puede apreciar la ubicación de las bandejas de experimentación al interior del relleno sanitario, específicamente en el sector donde se encuentran las bandejas de evaporación y piscinas de almacenamiento, en la Figura 5.1. Además es posible apreciar las dimensiones con las que fueron construidas las bandejas de experimentación en la Figura 5.2:

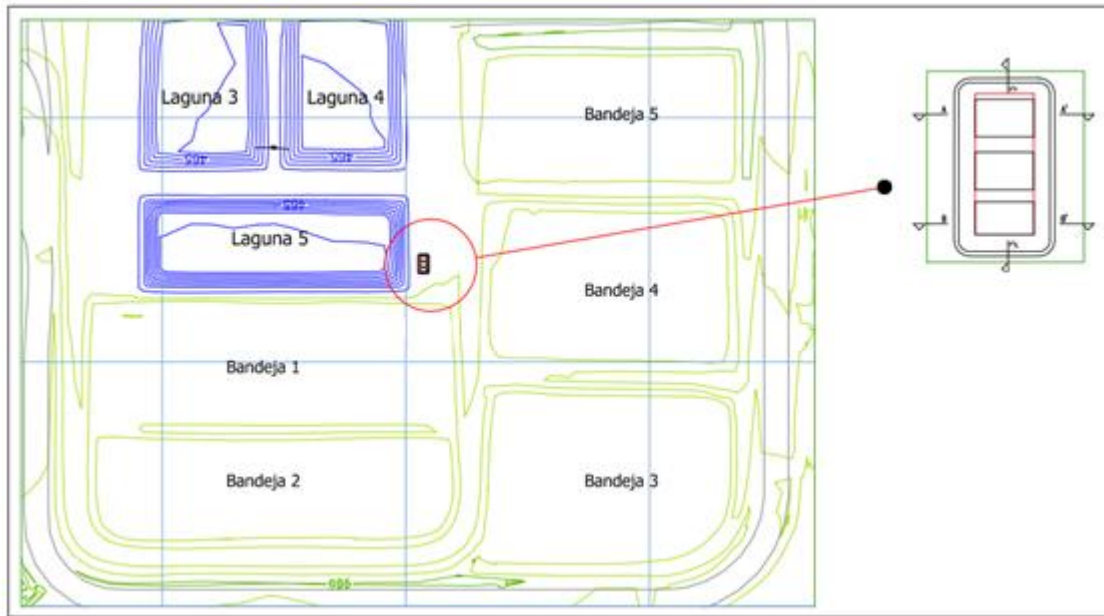


Figura 5.1
Ubicación bandejas de evaporación al interior del relleno sanitario Santiago Poniente.
(Fuente: RSSP)

El diseño de las bandejas de experimentación tiene las siguientes dimensiones:

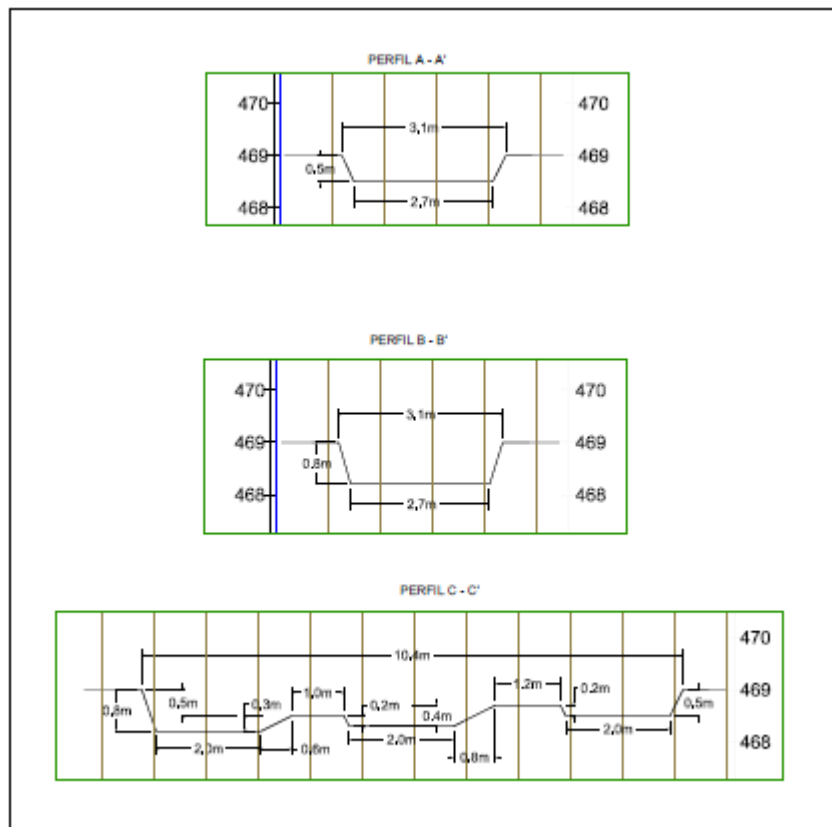


Figura 5.2
Geometría bandejas de experimentación. (Fuente: RSSP)

5.1.1. Mediciones

Sobre las bandejas de evaporación se tomaron mediciones de variables meteorológicas utilizando un anemómetro digital el cual puede medir velocidad del viento, presión atmosférica, humedad relativa y temperatura ambiente; para medir la temperatura de la superficie del líquido se usó un termómetro digital. Además, se cuenta con información de datos meteorológicos a nivel horario entregados por la estación meteorológica del relleno sanitario Santiago Poniente. La estación mide la radiación incidente en [W/m^2], la velocidad del viento en [m/s], la dirección del viento, la temperatura ambiente en [$^{\circ}\text{C}$], la precipitación en [mm] y la humedad relativa en [%].

Tanto las mediciones realizadas sobre las bandejas como los datos obtenidos de la estación meteorológica se consideran representativos al momento de calcular las tasas de evaporación. Además, las mediciones realizadas en terreno sirven para verificar la información entregada por la estación meteorológica y completar las series en caso de haber datos faltantes.

5.1.2. Experimentos Evaluados

Para optimizar el proceso de evaporación existente dentro del RSSP se evaluaron tres experimentos diferentes en las bandejas de experimentación. Con la evaluación de estos experimentos se espera identificar mejorías al sistema de evaporación en bandejas. Los experimentos son los siguientes:

- Primer experimento: Efecto de la altura del líquido sobre la evaporación
- Segundo experimento: Efecto de un sistema de rebalse entre bandejas sobre la evaporación. Recomendado por PNUMA (programa de las naciones unidas para el medio ambiente), (U. Chile, 2004).
- Tercer experimento: Efecto de un sistema de riego por goteo sobre la evaporación. Modificación de sistema de rociado sobre bandejas utilizando Sprinklers, recomendado por la ISWA (International Solid Waste Association), (U. Chile, 2004).

5.1.3. Primer Experimento: Efecto de la Altura del Líquido sobre la Evaporación

Resulta de gran interés e importancia analizar si la altura de lixiviado tiene incidencia en la evaporación, ya que un efecto positivo en este sentido permitiría incrementar las tasas de evaporación manteniendo la altura apropiada de lixiviado. Luego, el objetivo del presente experimento es analizar diferentes alturas de lixiviado de manera de encontrar la altura de lixiviado en la cual se aprecien mejores resultados al momento de evaporar.

5.1.3.1. Instalación Experimental

La instalación experimental para llevar a cabo el presente experimento está constituido por las tres bandejas de experimentación más un estanque cilíndrico que almacena lixiviado para recargar las bandejas. El estanque tiene una capacidad de 3500 [l] y se encuentra cubierto, dejando sólo un pequeño orificio de manera que pueda escapar el gas generado. Al estar cubierto se evita que ocurra evaporación de lixiviado desde el estanque.

El lixiviado se recarga a las bandejas de experimentación por medio de una manguera o de un tubo de PVC de 5 [cm] de diámetro.

Para medir la altura del lixiviado al interior de las bandejas de experimentación se utiliza un hito topográfico ubicado al centro de las bandejas y que consiste en una estructura metálica hueca que por el exterior posee una regla de medir y en cuyo interior tiene un cilindro de plumavit el cual flota en el lixiviado. El extremo superior del cilindro de plumavit lleva una marca de color lo que permite que la lectura de la altura de lixiviado en la regla se realice con facilidad y mayor precisión. La regla de medir al exterior del hito topográfico comienza en 0 [cm] a la altura del extremo superior del cilindro de plumavit.

Para lograr una mayor precisión en la medición de la altura de líquido en el hito topográfico es necesario que el valor de la altura de líquido sea medido al interior de la bandeja al lado del hito topográfico.

A continuación se presenta la instalación experimental:



Figura 5.3
Componentes de la instalación experimental



Figura 5.4
Componentes de la instalación experimental

Para evaluar este experimento cada una de las bandejas se mantiene a una altura diferente de lixiviado, dicha altura es controlada recargando lixiviado en el caso de ser necesario desde el estanque utilizando una manguera. Las alturas a analizar en las bandejas de experimentación en sus comienzos eran 15, 20 y 25 [cm]; sin embargo, en terreno la altura promedio registrada en las bandejas se presentan a continuación en la Tabla 5.1:

Tabla 5.1
Altura de lixiviado en bandejas de experimentación

Bandeja	Altura [cm]
Bandeja N°1	14
Bandeja N°2	18
Bandeja N°3	24

De la Tabla 5.1, se puede apreciar que la altura promedio es inferior a la planteada originalmente al realizar el presente experimento. La razón es que la recarga de lixiviado no se realizó con la frecuencia necesaria ya que se prefirió intervenir el sistema con menor frecuencia, de manera que el fenómeno de la evaporación no se encontrara alterado por la recarga de lixiviado. Además, se aprecia que la diferencia de altura entre las bandejas es pequeña; sin embargo, se encuentra dentro del rango de alturas que se maneja en las bandejas de evaporación existentes, por lo que resulta importante analizar si una de ellas entrega resultados mejores.

5.1.3.2. Metodología de Medición en el Primer Experimento

La metodología para cuantificar la evaporación en las bandejas de experimentación consiste en llenar las bandejas hasta la altura deseada, tomar mediciones meteorológicas sobre el lixiviado diariamente y medir la disminución de la altura de lixiviado midiendo la altura del líquido al interior de las bandejas usando el hito topográfico.

Las mediciones fueron tomadas desde el 1 al 20 de febrero del 2012, ya que con 20 días de medición se considera que se tienen datos representativos del mes, con excepción de los días sábados y domingos ya que se encuentran fuera de la jornada laboral. La frecuencia con la que se toman las mediciones diariamente varía, comenzando la primera medición a partir de las 9:00 a.m hasta las 5:00 p.m aproximadamente, procurando tener al menos 4 mediciones diarias.

Al disminuir la altura de lixiviado significativamente a causa de la evaporación en cada una de las bandejas experimentales, se recarga líquido por medio de la manguera que compone la instalación experimental con la finalidad de mantener la altura que se quiere estudiar en cada una de las bandejas.

Por otro lado, se cuenta con datos adicionales medidos durante el mes de Enero en las bandejas de experimentación, desde el día 4 al día 31. Dichas mediciones se consideran para verificar los resultados obtenidos durante el mes de Febrero ya que los datos del mes de Enero, no fueron realizados con la frecuencia necesaria; sin embargo, se tienen datos de altura de líquido, que permiten obtener el total evaporado en el periodo de tiempo estudiado.

5.1.4. Segundo Experimento: Efecto de un Sistema de Rebalse entre Bandejas sobre la Evaporación

La evaporación depende tanto de las variables meteorológicas así como de la superficie del espejo de agua. Para aumentar la evaporación que se produce naturalmente es necesario modificar alguna de las variables de la cual depende. Una manera de aprovechar superficie extra es utilizando el pretil entre las bandejas haciendo pasar el lixiviado desde una bandeja a otra, aumentando la superficie disponible para evaporar.

5.1.4.1. Instalación Experimental

La instalación experimental correspondiente al segundo escenario consiste en la utilización de las tres bandejas de experimentación y el estanque al inicio de éstas, además en esta oportunidad, la recarga de lixiviado a las bandejas se realiza mediante el tubo de PVC que extrae líquido del estanque y es regulado mediante una válvula.

La manera de proceder para evaluar este experimento consiste en cargar líquido constantemente a la bandeja N°1 la cual, al ocupar su capacidad máxima rebalsa el lixiviado hacia la bandeja N°2, ésta a su vez rebalsa hacia la bandeja N°3. Cuando la bandeja N°3 alcanza su capacidad máxima, se recircula el lixiviado mediante una bomba hidráulica hacia el estanque, de esta manera el sistema consiste en un sistema cerrado.

5.1.4.2. Metodología de Medición en el Segundo Experimento

La manera de cuantificar la evaporación producida en las bandejas de experimentación, consiste principalmente en llevar registro de la altura de lixiviado en el estanque, ya que el líquido se recircula desde la bandeja N°3 hacia el estanque. Considerando que no existen pérdidas de líquido debido a infiltraciones o a fugas en la manguera o del estanque, una disminución de lixiviado en el estanque se traduce en pérdida de lixiviado mediante evaporación.

Por otro lado, para cuantificar la evaporación producida, se lleva registro de la altura de lixiviado en la bandeja N°3, ya que tanto la bandeja N°1 como N°2 mantienen la altura de lixiviado constante en el máximo de su capacidad a causa del escurrimiento constante de lixiviado sobre ellas, luego a causa de lo anterior se conoce el volumen al interior del sistema de bandejas y al conocer el caudal de entrada al sistema se conoce el volumen que debería tener el sistema en cierto periodo de tiempo. Luego si dicho volumen es diferente significa que hubo pérdidas por evaporación. Del mismo modo que en el escenario N°1 se registraron datos meteorológicos sobre las bandejas y se tomaron mediciones de caudal a la salida del estanque mediante aforo volumétrico cada vez que se realizaban mediciones en las bandejas, es decir, aproximadamente 4 veces al día.

5.1.4.3. Implementación de las Bandejas para la Realización del Segundo Experimento

La puesta en marcha de este experimento evidenció que no es posible trabajar en ellas de la manera en la que fueron implementadas inicialmente, ya que la geomembrana que recubre los pretiles, al calentarse a causa de las altas temperaturas alcanzadas en el sector, se dilata haciendo que el líquido se estanque o rebalse sólo por algunos sectores, con lo cual el área expuesta se ve disminuida. Para darle solución a dicho problema, primero se niveló el terreno, luego se recubrieron los pretiles intermedios de las bandejas de experimentación con planchas de HDPE

de 1 [cm] de espesor. Estas planchas fueron soldadas a lo largo de todo el perímetro de los pretilos intermedios sobre la geomembrana de HDPE existente para evitar infiltraciones de lixiviado, solucionando el problema de las arrugas y del estancamiento de lixiviado.

A continuación se presentan imágenes tanto del levantamiento topográfico como de la implementación de la placa de HDPE:



Figura 5.5
Levantamiento topográfico de los pretilos de las bandejas de experimentación



Figura 5.6
Placas de HDPE de 1 [cm] de espesor



Figura 5.7
Instalación de las placas de HDPE sobre las bandejas de experimentación

Al poner en marcha el sistema mejorado se pudo apreciar que el rebalse funcionaba de mejor manera; sin embargo, la placa de HDPE de igual manera sufría dilatación y generaba un levantamiento completo de la placa. Para solucionar dicho problema se implementaron bloques de hormigón en las zonas donde se levantaba la placa de manera de ejercer peso y mantener la placa en forma paralela al suelo. De esta forma se logró que el líquido escurriera a lo largo del pretil; sin embargo, el área extra otorgada por los pretiles intermedios disminuyó. Por otro lado la implementación de los bloques de hormigón representa una solución poco eficiente ya que el sistema funciona de buena manera hasta que la placa se calienta y se levanta en los sectores donde no hay bloques de hormigón, razón por la cual es necesario un constante movimiento de los bloques de hormigón para mantener la placa paralela al suelo.

A continuación se aprecia la instalación experimental funcionando con el segundo escenario:



Figura 5.8
Carga de lixiviado en la bandeja de experimentación N°1

En la Figura 5.8 se aprecia la recarga de lixiviado por medio del tubo de PVC a la bandeja de experimentación N°1.

En la Figura 5.9 y Figura 5.10 que se presentan a continuación se aprecia el escurrimiento de lixiviado sobre el pretil intermedio y la pérdida de superficie extra para evaporar a causa de la utilización de bloques de concreto de manera de mantener paralela al suelo la placa de HDPE.

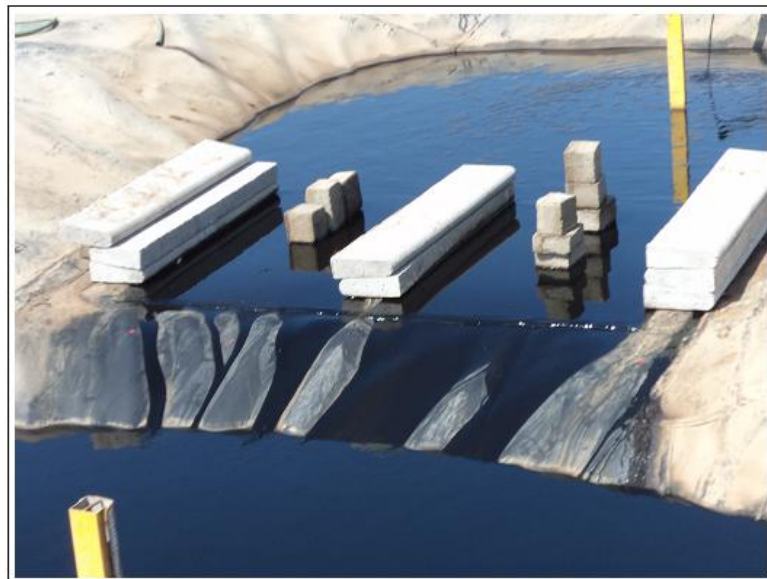


Figura 5.9
Escurrecimiento de lixiviado sobre pretil intermedio



Figura 5.10
Escurrimiento de lixiviado sobre pretil intermedio

En la Figura 5.11 se presenta el segundo experimento en funcionamiento.



Figura 5.11
Sistema de rebalse entre bandejas de experimentación

En la Figura 5.12 se aprecia el sistema completo del segundo experimento, se observa el estanque de recarga de lixiviado, las tres bandejas de experimentación y la manguera de la cual se toma líquido lixiviado desde la bandeja N°3 para ser llevado nuevamente al estanque.



Figura 5.12
Sistema de rebalse entre bandejas de experimentación

Para recircular el lixiviado desde la bandeja de experimentación N°3 hacia el estanque, se utiliza una bomba hidráulica la cual se presenta en la Figura 5.13.



Figura 5.13
Bomba hidráulica utilizada para recirculación de la Bandeja N°3 al estanque

5.1.5. Tercer Experimento: Efecto de un Sistema de Riego por Goteo sobre la Evaporación

Al observar las bandejas de evaporación es posible apreciar que hay una superficie que no es utilizada. Esta superficie corresponde a las laderas de las bandejas las cuales se encuentran impermeabilizadas, razón por la cual se encuentran implementadas para contener sobre ellas líquido lixiviado.

Como se mencionó en capítulos anteriores, las bandejas tienen forma trapezoidal por lo que las laderas tienen pendiente suficiente como para hacer escurrir líquido sobre ellas y conducirlo hacia el interior de las bandejas. Al utilizar la superficie de las laderas de las bandejas no solo se aumenta superficie de lixiviado expuesta, sino que también se aumenta la evaporación al hacer circular lixiviado por una superficie que posee alta temperatura, de acuerdo a los datos medidos en terreno.

La manera de aprovechar esta superficie extra consiste en instalar una línea de riego alrededor de la bandeja, de manera de tener un flujo constante de lixiviado en las laderas el cual escurre en régimen laminar ya que el caudal de los goteros es pequeño. Por otro lado, es necesario la utilización de goteros ya que si no se cuenta con goteros y se instala una manguera o tubería con perforaciones o rociadores como se propuso en los inicios del proyecto (U. Chile, 2004), se pierde control sobre el lixiviado, ya que sale a presión, corriendo el riesgo de que la partícula de lixiviado caiga fuera del sector impermeabilizado; dicho procedimiento no está permitido debido al aumento de olores que esto produce.

5.1.5.1. Instalación Experimental

La instalación experimental del tercer escenario consiste en la utilización de dos bandejas de experimentación a la misma altura de lixiviado. Se utilizan las bandejas de experimentación N°1 y N°2. La bandeja de experimentación N°2 se mantiene con igual altura de lixiviado que la bandeja de experimentación N°1 y se deja estanca, recreando el primer escenario y el procedimiento que actualmente ocurre en las bandejas de evaporación existentes. En la bandeja N°1 se tiene un sistema de recirculación que consiste en la toma de lixiviado del interior de la bandeja para luego ser conducido alrededor del perímetro para finalmente escurrir por la ladera, mediante goteros. Los goteros necesitan cierta presión para funcionar el cual va de 0,5 a 4 [bar], es por esta razón que es necesaria la utilización de una bomba hidráulica.

Los materiales utilizados para lograr el tercer escenario son los siguientes:

- Una bomba periférica de ½ HP.
- Línea de polietileno de 12 [mm].
- Goteros de 4 [l/hr].
- Fitting propio de un sistema de tuberías tales como: codos, válvulas, tubos de PVC, uniones etc.

A continuación se presenta la instalación experimental y los materiales utilizados en el presente experimento. En la Figura 5.14 se presentan las especificaciones técnicas de la bomba hidráulica utilizada para extraer lixiviado desde el interior de la bandeja de experimentación. En la Figura 5.15 y Figura 5.16 se presentan los componentes de la instalación experimental para extraer líquido. Por último en la Figura 5.17 se presenta la instalación experimental.

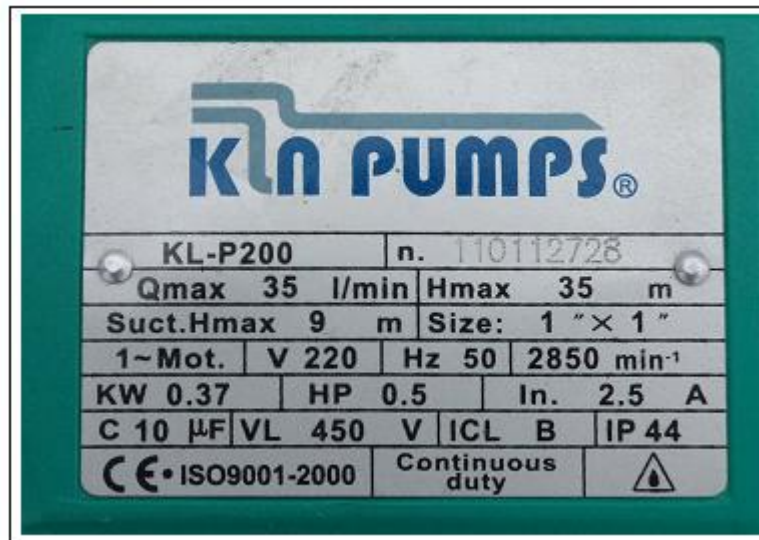


Figura 5.14
Especificaciones técnicas de la bomba hidráulica utilizada

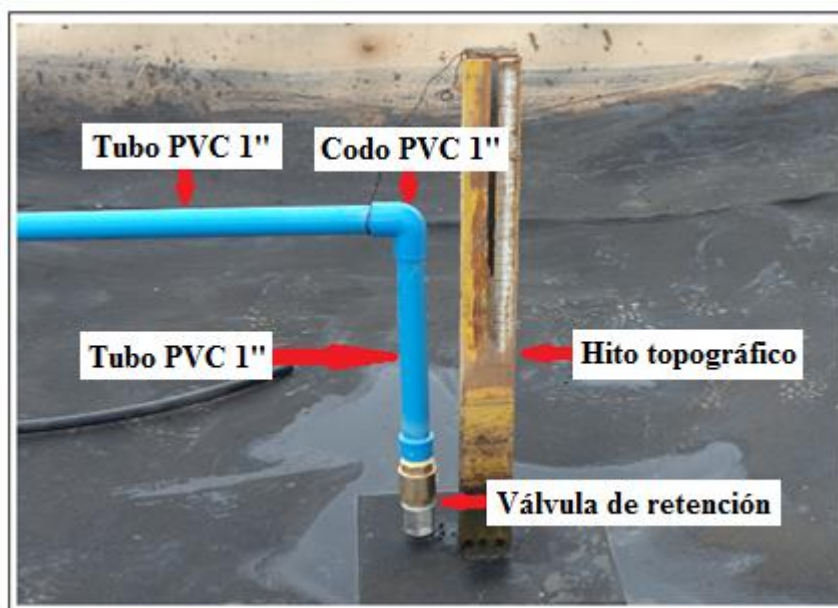


Figura 5.15
Componentes instalación experimental

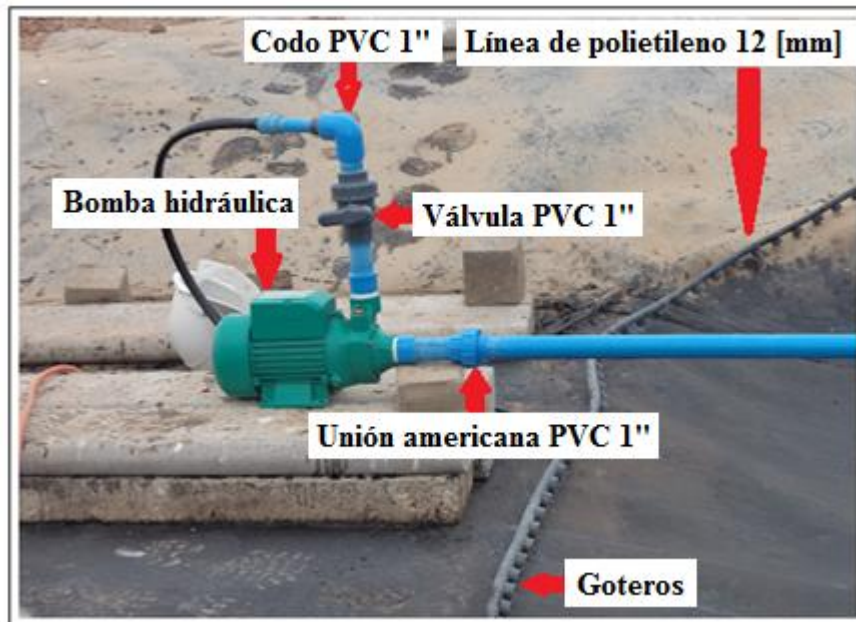


Figura 5.16
Componentes instalación experimental



Figura 5.17
Instalación experimental

5.1.5.2. Metodología de Medición

Para cuantificar la evaporación que se produce, se realiza un balance de masa, ya que el caudal que entra a la bandeja corresponde al caudal que cae por los regadores, el cual corresponde al mismo que sale (sistema de recirculación), se tiene que la única salida del sistema corresponde a la evaporación por lo que se tiene:

$$\frac{dV}{dt} = Q_{in} - Q_{out} - E \quad (5.1)$$

$$Q_{in} = Q_{out} \quad (5.2)$$

$$\frac{dV}{dt} = -E \quad (5.3)$$

Donde Q_{in} es el caudal de entrada al sistema, Q_{out} es el caudal de salida del sistema, E corresponde a la evaporación y V es el volumen de control del sistema.

Dado que la variación de volumen se debe a la evaporación, se mide la disminución de la altura de lixiviado al interior de la bandeja utilizando el hito topográfico y se miden las variables meteorológicas relevantes.

Es importante comparar este método con el método de evaporación utilizado actualmente, es decir, evaporación desde una superficie de agua estanca al interior de una bandeja, razón por la cual se utiliza la bandeja de experimentación N°2 como comparación. Para la medición de la evaporación de la bandeja de experimentación N°2 se utiliza el mismo sistema de medición del hito topográfico.

Para obtener la superficie extra otorgada por la línea de riego por goteo, se mide con una regla, la distancia existente entre cada gotero y el espejo de agua de la bandeja; luego la separación de cada gotero es de 6 [cm] por lo que sumando pequeñas áreas se obtiene la superficie extra total.

5.1.5.3. Puesta en Marcha del tercer Experimento

El primer día de medición corresponde al 16 de Abril del 2012, fecha que, a pesar de estar fuera del periodo de evaporación, cuenta con temperaturas que favorecen el proceso y aún hay ausencia de precipitaciones.

Las mediciones comenzaron en el mes de Abril a causa de los retrasos en la instalación de los materiales necesarios para el funcionamiento del presente escenario.

Al hacer funcionar el sistema se puede apreciar que debido a las arrugas que se forman por la dilatación de la lámina de HDPE no es utilizada toda la superficie extra para la evaporación, correspondiente al talud de la bandeja. A continuación se presenta en la Figura 5.18, Figura 5.19 y en la Figura 5.20 la instalación experimental en funcionamiento.

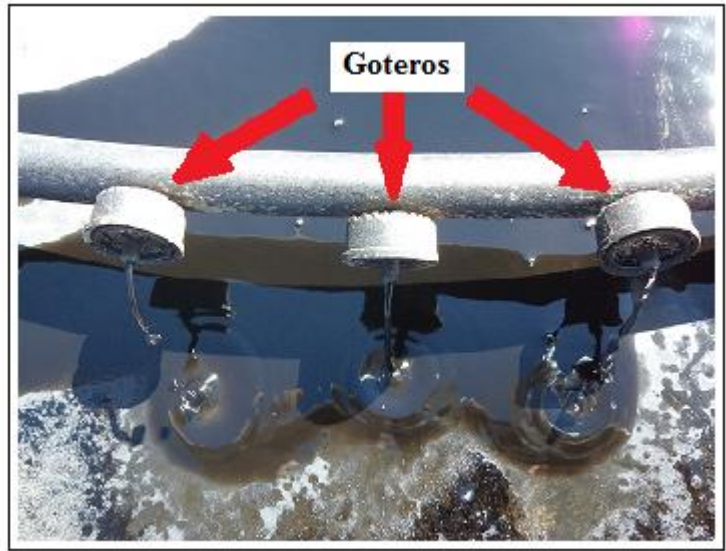


Figura 5.18
Goteros funcionando

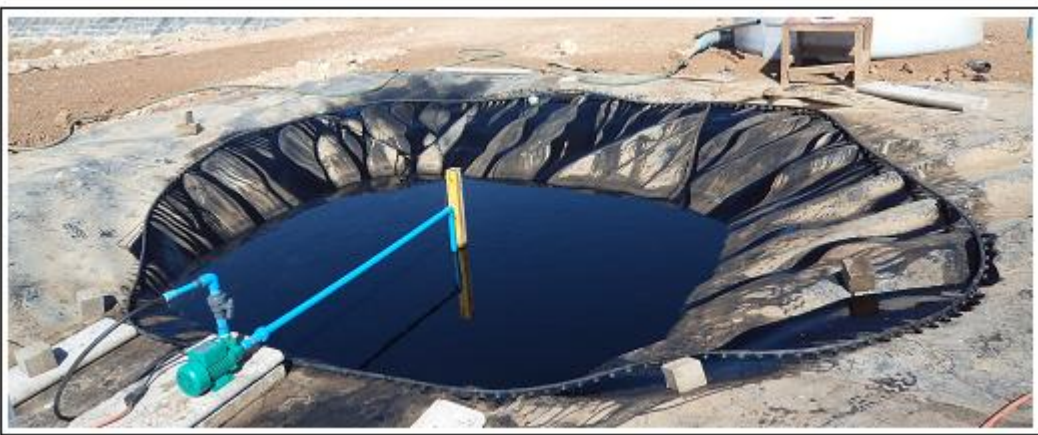


Figura 5.19
Instalación experimental en funcionamiento



Figura 5.20
Lixiviado escurriendo por ladera de bandeja experimental

Como es posible apreciar en la Figura 5.19 y mediante estimaciones visuales realizadas en terreno, la superficie efectiva del talud para evaporación varía entre un 30% a 40% de la superficie total.

La superficie extra otorgada por el talud de la bandeja de experimentación a causa del funcionamiento de los goteros, se presenta en la Tabla 5.2:

Tabla 5.2
Superficie extra de evaporación del tercer escenario

Porcentaje de escurrimiento efectivo de lixiviado [%]	Superficie [m ²]
100	10,87
40	4,35
30	3,26

6. ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

En el presente capítulo se detalla el procedimiento seguido para realizar el análisis de los datos tomados en terreno para cada uno de los experimentos evaluados sobre las bandejas de experimentación, con la finalidad de lograr un aumento en la evaporación de lixiviado. Como consecuencia del análisis de los datos, se presentan los resultados obtenidos para finalmente dar recomendaciones al sistema actual y obtener un aumento en la eliminación de lixiviados mediante el método de evaporación en bandejas.

Es importante destacar que las mediciones fueron hechas en terreno utilizando instrumentos que llevan asociado algún grado de error o de incerteza, razón por la cual, el valor apreciado en terreno se encuentre dentro de un rango de valores, lo mismo sucede para el caso de los datos tomados en la estación meteorológica. Para hacer un análisis más detallado es necesario realizar una propagación de errores para las diferentes mediciones y cálculos.

6.1. Propagación de Errores

Los errores atribuibles a una medición son los siguientes:

1. **Errores instrumentales:** el error instrumental depende de la sensibilidad de cada instrumento, (sensibilidad es la menor división que tiene un instrumento). Los instrumentos pueden ser análogos o digitales. Los instrumentos análogos son aquellos que tienen una escala definida para este caso el error instrumental corresponde a:

$$EI = \frac{\text{sensibilidad}}{2} \quad (6.1)$$

Los instrumentos digitales son aquellos cuyas mediciones se representan en una pantalla, en este caso el error instrumental es el siguiente:

$$EI = \text{sensibilidad} \quad (6.2)$$

2. **Errores sistemáticos:** Son aquellos errores que se repiten constantemente en el transcurso del experimento, pueden producirse al utilizar un instrumento mal calibrado o por emplear técnicas imperfectas. Los errores sistemáticos son errores que se producen por equivocación.
3. **Errores aleatorios:** Se presentan en todas las medidas y son impredecibles. Este tipo de error tiene un tratamiento matemático y se produce, entre otros factores, por las condiciones en que se realiza el trabajo, variaciones de temperatura, humedad, etc., también por errores personales como descuido del experimentador.

Para efectos del presente estudio se consideran significativos los errores instrumentales, ya que se considera que no se produjeron equivocaciones al momento de tomar los datos. Además, se considera cada una de las medidas independientes entre sí, de manera que el error asociado a cada medición se obtiene de la fórmula del error cuadrático medio o general de propagación de errores. A continuación se aprecia la fórmula general de propagación de errores:

$$\delta q = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{df}{dx_i} * \delta x_i \right)^2} \quad (6.3)$$

Donde x_i corresponde a las medidas con errores δx_i , las cuales se usan para calcular $q=f(x_1,x_2,x_3\dots x_n)$, luego δq , corresponde al error asociado a q , mediante la ecuación (6.3).

6.2. Cálculo de Tasas de Evaporación Utilizando Datos Meteorológicos.

La información de los datos meteorológicos se obtuvo de la estación meteorológica ubicada al interior del relleno sanitario y en caso de ausencia de datos se utilizó la información de una estación cercana a 4 [km] del RSSP perteneciente a la planta de tratamiento de aguas residuales el Trebal, por otro lado, se verificó dicha información con los datos meteorológicos medidos en terreno de manera de que fuesen representativos. Se rellenaron datos en caso de información faltante en ambas estaciones.

Mediante dicha información, es posible obtener las tasas de evaporación asociada a cada día y por consecuencia a cada mes. Dichas tasas de evaporación son muy importantes al momento de estimar la evaporación que se debe producir en el lugar y al momento de comparar los escenarios realizados sobre las bandejas de experimentación.

La principal razón por la que es necesario comparar los escenarios mediante las tasas de evaporación obtenidas usando la información meteorológica del lugar, corresponde a que los experimentos evaluados no fueron realizados en el mismo periodo de tiempo, razón por lo que no son comparables entre sí. Por otro lado, la tasa de evaporación obtenida usando la información meteorológica de cada periodo y la tasa obtenida mediante las mediciones en terreno, si son comparables entre sí, ya que se trata del mismo periodo de tiempo. La tasa de evaporación obtenida a partir de la información meteorológica resulta necesaria para aplicar cada escenario a lo largo del periodo estival.

Para el cálculo de dichas tasas se utilizaron valores promedios diarios de la velocidad del viento, la radiación solar, la humedad relativa, temperatura ambiente y las correcciones pertinentes utilizando el procedimiento descrito en el capítulo II. Por otro lado, las variables utilizadas para medir la evaporación mediante los distintos métodos tienen asociado un error a causa de ser medidos con instrumentos que llevan asociado un error. Se consideró para la realización de la propagación de errores, el error instrumental de los componentes de la estación meteorológica, dichos errores se presentan a continuación en la Tabla 6.1:

Tabla 6.1
Error asociado a mediciones en estación meteorológica

Humedad relativa	± 2 [%]
Radiación solar	± 5 [%]
Sensor velocidad del viento	$\pm 0,11$ [m/s]
Temperatura ambiente	$\pm 0,1$ [°C]

(Fuente: www.Metone.com)

A continuación se presenta en la Tabla 6.2 el error asociado al cálculo de la evaporación por el método de balance de energía, método aerodinámico y método combinado, (ecuación 6.3) de los

meses correspondientes al periodo de evaporación del RSSP más el mes de Abril ya que en dicho mes se realizaron mediciones sobre las bandejas de experimentación:

Tabla 6.2
Error de las tasas de evaporación a partir de datos meteorológicos

Mes	δ OCT	δ NOV	δ DIC	δ ENE	δ FEB	δ MAR	δ ABR
Balance [mm/mes]	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,5
Aerodinámico [mm/mes]	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2
Combinado [mm/mes]	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,4
Combinado [m3/ha/mes]	5	6	7	7	6	6	4
Combinado [mm/d]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Combinado [m3/ha/d]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1

Donde δ corresponde al error.

Como se puede apreciar, el error asociado al método combinado en [mm/d] es muy pequeño y resulta ser despreciable.

Las tasas de evaporación mediante información meteorológica se presentan a continuación en la Tabla 6.3 y en la Tabla 6.4:

Tabla 6.3
Tasas de evaporación a partir de información meteorológica

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Balance [mm/mes]	268	219	179	101	112	47
Aerodinámico [mm/mes]	195	196	183	90	49	26
Combinado [mm/mes]	246,9	212,3	179,7	96,7	87,8	37,5
Combinado [m3/ha/mes]	2.469,2	2.123,1	1.796,6	966,5	878,3	375,0
Combinado [mm/d]	7,97	7,32	5,80	3,22	2,83	1,25
Combinado [m3/ha/d]	79,7	73,2	58,0	32,2	28,33	12,50

Tabla 6.4
Tasas de evaporación a partir de información meteorológica

Mes	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Balance [mm/mes]	54	77	136	203,2	225	269
Aerodinámico [mm/mes]	36	36	86	120,6	169	203
Combinado [mm/mes]	46,0	59,4	117,5	174,7	207	249,3
Combinado [m3/ha/mes]	460,3	593,8	1175,0	1.746,96	2.069,80	2.493,00
Combinado [mm/d]	1,48	1,92	3,92	5,64	6,90	8,04
Combinado [m3/ha/d]	14,85	19,15	39,17	56,4	69,0	80,4

Se utilizará para las siguientes partes del análisis la tasa de evaporación obtenida mediante el método combinado ya que resulta ser el más preciso.

Resulta necesario realizar una corrección a los valores obtenidos ya que si bien en el cálculo de la radiación de onda larga se incluye una corrección por la presencia de nubes y por la humedad presente (ecuación 2.11), existen múltiples factores que no se toman en cuenta y que pueden alterar el proceso de evaporación, tales como una mayor presencia de nubes, obstáculos en la velocidad del viento, obstáculos en la radiación solar etc., por otro lado, para obtener las tasas de evaporación se utilizan valores promedio diario de las variables meteorológicas, lo cual puede no representar de manera correcta lo sucedido a nivel diario, debido a lo anterior se utiliza un factor de corrección de 0,9 a la evaporación obtenida mediante el método combinado. Las tasas de evaporación corregidas se presentan en la

Tabla 6.5 y en la Tabla 6.6:

Tabla 6.5
Tasas de evaporación corregidas

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Combinado [mm/d]	7,17	6,59	5,22	2,90	2,55	1,13
Combinado [m3/ha/d]	71,7	65,9	52,2	29,0	25,5	11,3

Tabla 6.6
Tasas de evaporación corregidas

Mes	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Combinado [mm/d]	7,17	6,59	5,22	2,90	2,55	1,13
Combinado [m3/ha/d]	71,7	65,9	52,2	29,0	25,5	11,3

Las tasas de evaporación corregidas corresponden a valores cercanos a los estimados en trabajos anteriores (U. Chile, 2004). Por otro lado, se puede apreciar que la variación temporal de las tasas de evaporación resulta razonable de acuerdo a lo esperado, dado que aumentan hacia los meses de verano y disminuyen para invierno.

A continuación es posible apreciar las tasas de evaporación en la Figura 6.1:

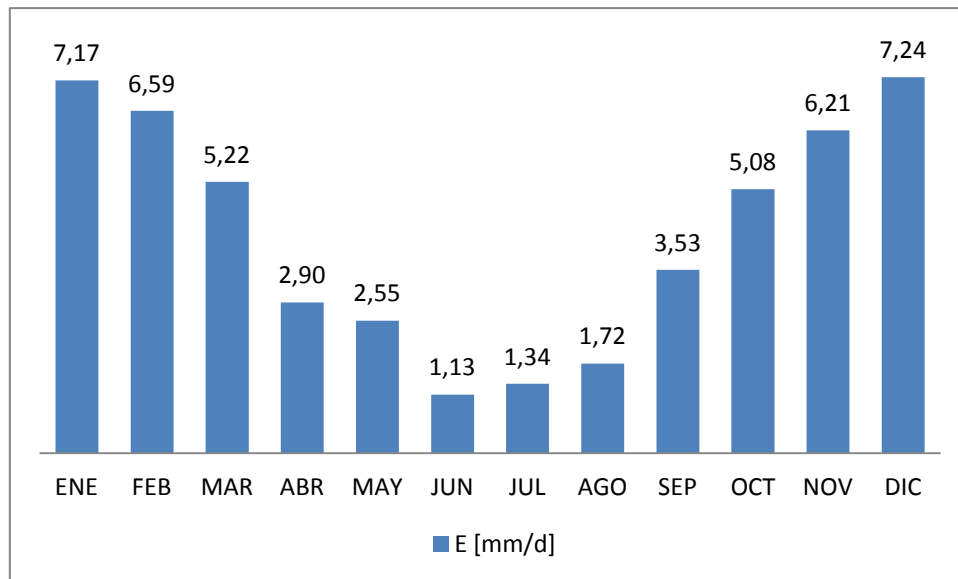


Figura 6.1
Tasas de evaporación diarias en cada mes mediante el método combinado

Para obtener las tasas de evaporación mensuales, se calcularon las tasas de evaporación diarias, donde se pudo apreciar que existe una gran variabilidad entre un día a otro, a causa de la variabilidad en las variables meteorológicas medidas en el lugar. A continuación se presenta en la Tabla 6.7 la desviación estándar del conjunto de mediciones de tasas de evaporación diarias, para los meses de interés, dentro de un mismo mes.

Tabla 6.7
Desviación Estándar de tasas de evaporación a nivel diario

	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
σ [mm/d]	1,08	1,35	0,67	0,54	0,90	0,81	1,05

Se debe mencionar que un valor de desviación estándar de 1 [mm/d] corresponde a 10 [m³/ha/d], lo cual es considerable y significa que hay una gran dispersión en los datos, dado que las condiciones varían dentro de un mismo día y por consecuencia de un día a otro. Por lo anterior, no es de extrañarse si los datos medidos en terreno presentan una gran dispersión. Al tomar el valor promedio se minimiza la variabilidad diaria representando de buena manera lo sucedido a lo largo del mes.

Por otro lado, es importante conocer durante qué horas del día ocurre mayor evaporación a causa de las variables meteorológicas. Para esto, se analizaron las variables meteorológicas en promedio a nivel horario al interior de cada mes. Se debe mencionar, como se puede observar en el capítulo II, que es de suma importancia para la evaporación la velocidad del viento, la temperatura ambiente, la radiación neta y la humedad relativa.

A continuación se aprecian dichas variables mes a mes de la siguiente manera: en el eje de las abscisas las horas del día desde la hora 1 hasta la hora 24. En el eje de las ordenadas se aprecian los valores desde 0 hasta 1 ya que las variables fueron normalizadas por el máximo valor registrado de la velocidad del viento en [m/s], la temperatura ambiente en [°C], la radiación solar incidente en [W/m²] y la humedad relativa en [%].

Para comprender de mejor manera el análisis se tiene que:

- A menor humedad relativa se tiene mayor evaporación ya que el aire circundante tiene mayor capacidad para aceptar moléculas de agua.
- A mayor velocidad del viento se tiene mayor evaporación ya que se renueva el aire sobre la superficie evaporante; sin embargo, la velocidad del viento también colabora en enfriar la capa superficial del líquido lixiviado lo cual es perjudicial para la evaporación.
- A mayor radiación solar incidente se tiene un mayor aporte de energía para evaporar.
- A mayor temperatura ambiente, se tiene una presión de saturación del aire más alta y a medida que se eleva la temperatura se crea una convección térmica ascendente lo cual ayuda a la evaporación.

Luego, teniendo en cuenta lo anterior, se identificaron tres escenarios de evaporación, los cuales son, escenario de evaporación ascendente, Escenario de evaporación máxima y escenario de evaporación descendente. En el primer escenario comienzan a registrarse valores de radiación solar incidente mayores de cero, razón por la cual comienza a haber energía para que ocurra el proceso de evaporación, la temperatura ambiente y la velocidad del viento de igual manera comienzan a aumentar, contribuyendo con la evaporación y la humedad relativa comienza a disminuir. En el segundo escenario se aprecia que la radiación solar y la temperatura ambiente alcanzan su máximo valor registrado, la velocidad del viento es mayor que en el escenario anterior y la humedad relativa registra su menor valor. En el tercer escenario, las variables meteorológicas luego de haber alcanzado el valor más favorable para la evaporación, comienzan a decaer en este sentido, por lo que la evaporación comienza a ser descendente.

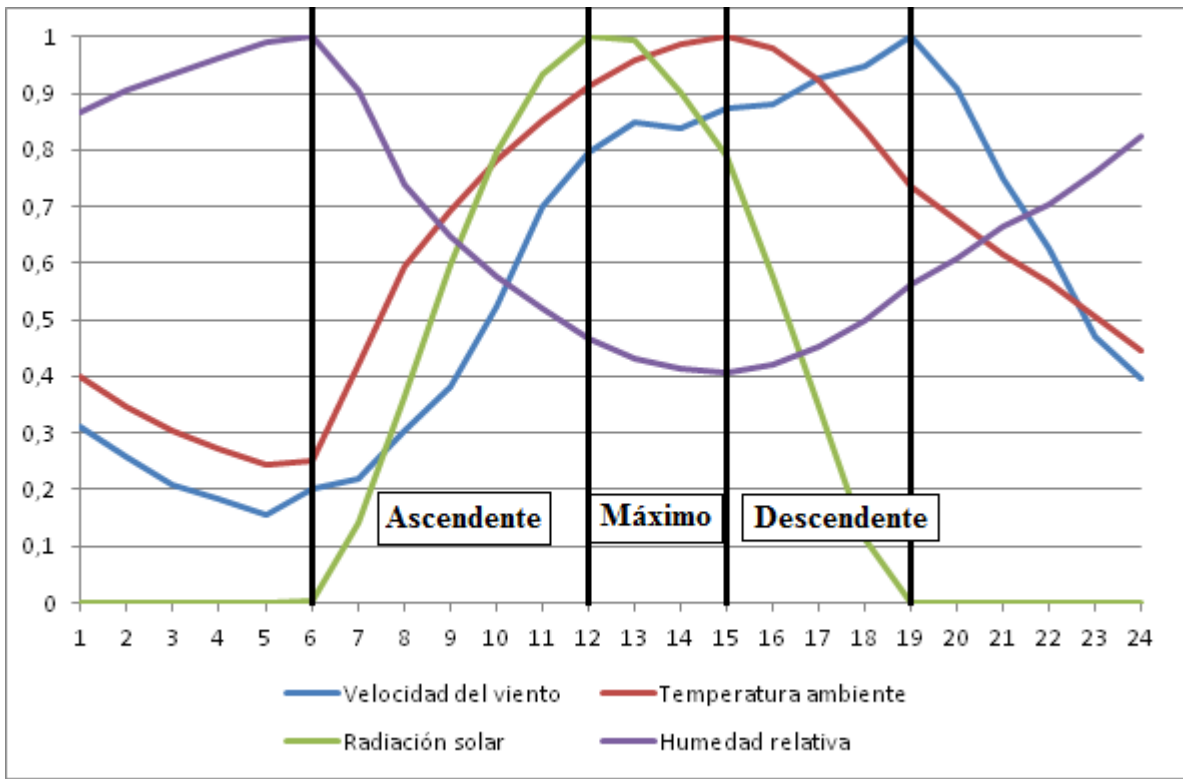


Figura 6.2
Datos meteorológicos horarios a nivel diario para el mes de Octubre

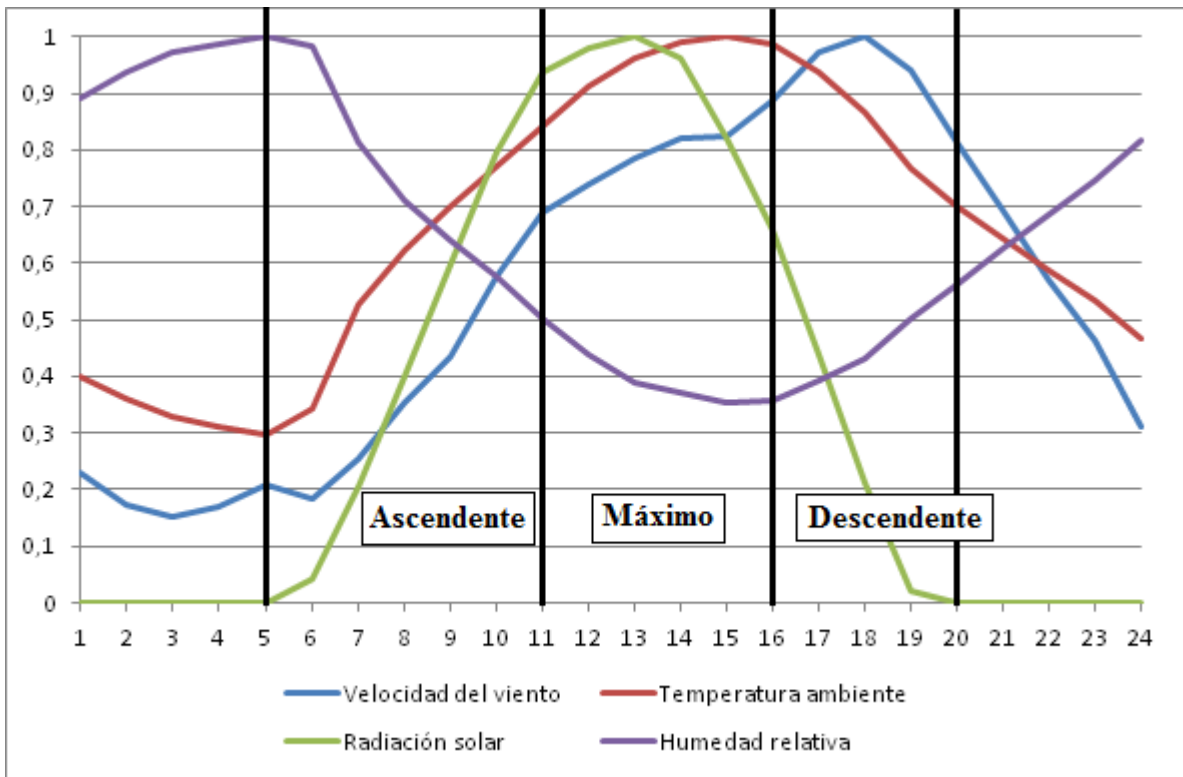


Figura 6.3
Datos meteorológicos horarios a nivel diario para el mes de Noviembre

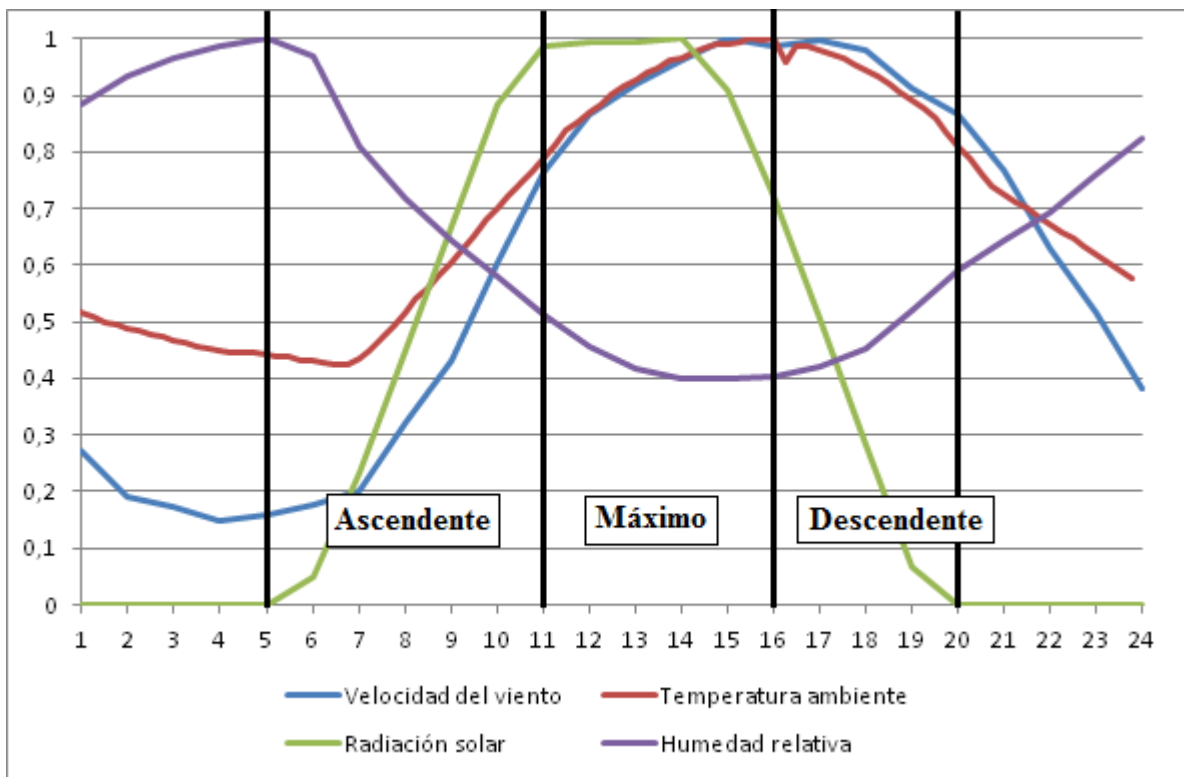


Figura 6.4
Datos meteorológicos horarios a nivel diario para el mes de Diciembre

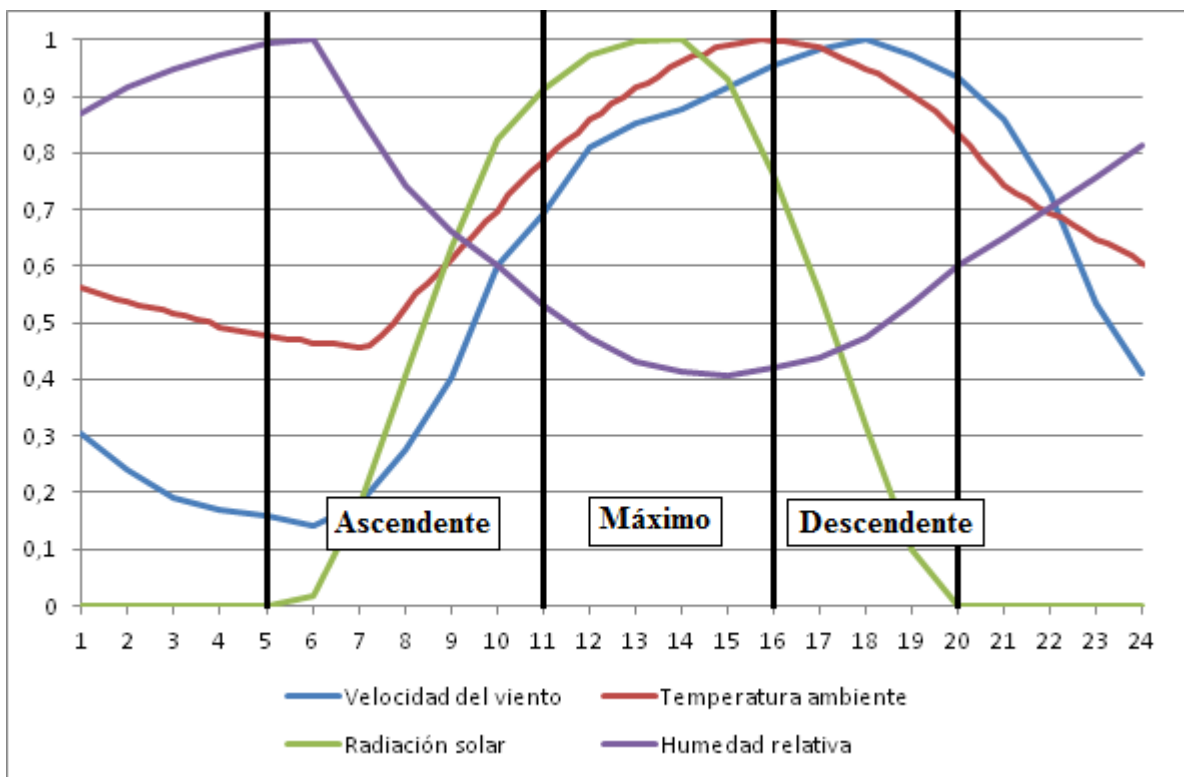


Figura 6.5
Datos meteorológicos horarios a nivel diario para el mes de Enero

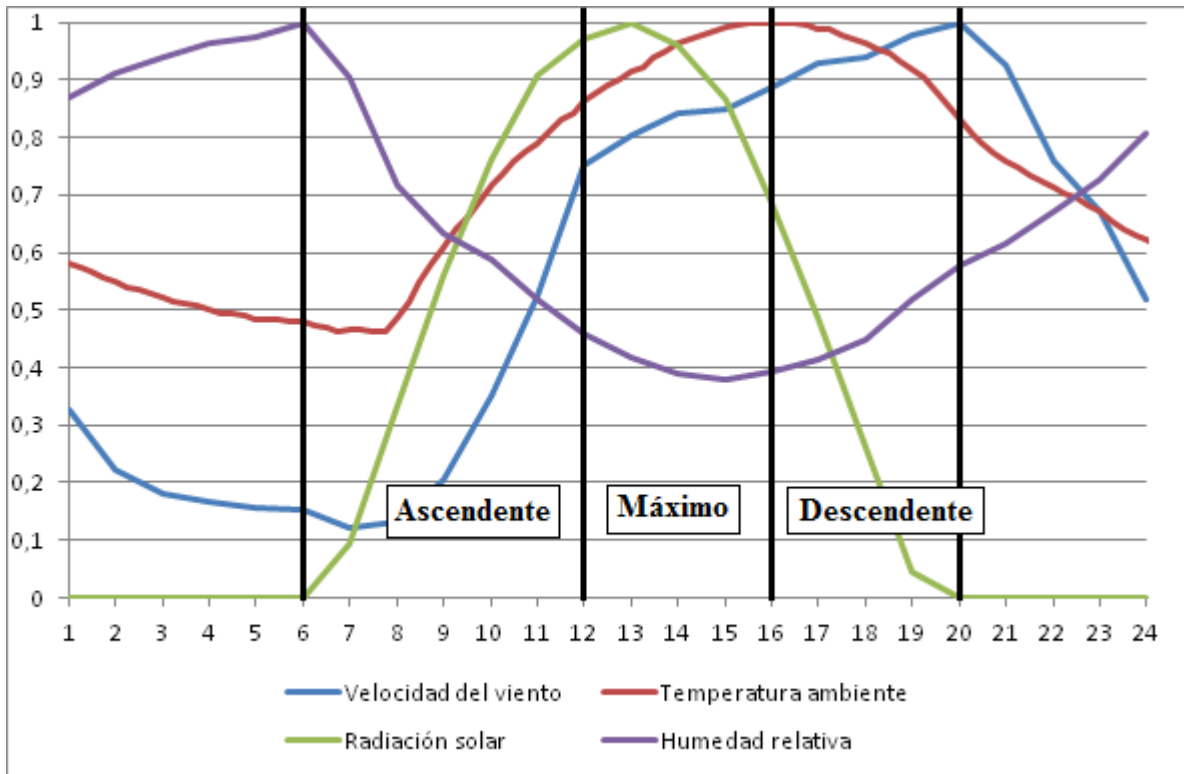


Figura 6.6
Datos meteorológicos horarios a nivel diario para el mes de Febrero

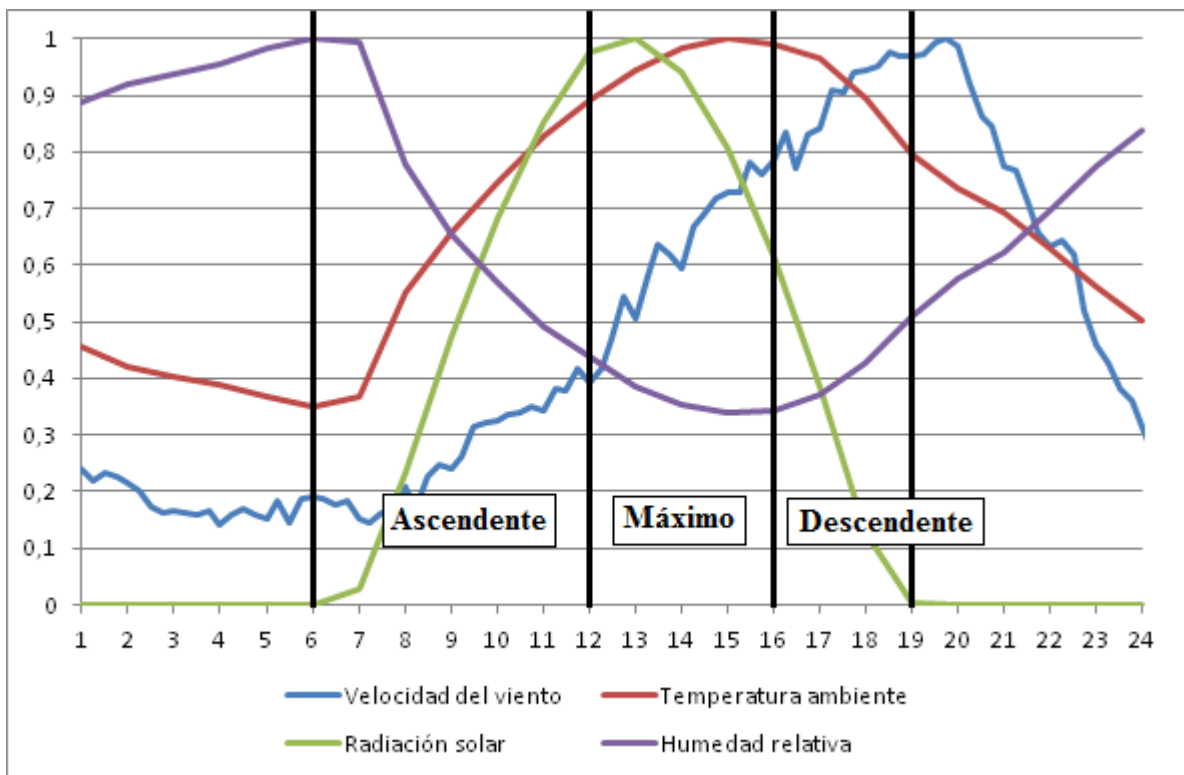


Figura 6.7
Datos meteorológicos horarios a nivel diario para el mes de Marzo

Es necesario mencionar que en la Figura 6.7 la curva correspondiente a la velocidad del viento posee un mayor número de datos que para el caso de los otros meses, ya que, en la presente oportunidad se cuenta con información de la velocidad del viento cada 15 [min].

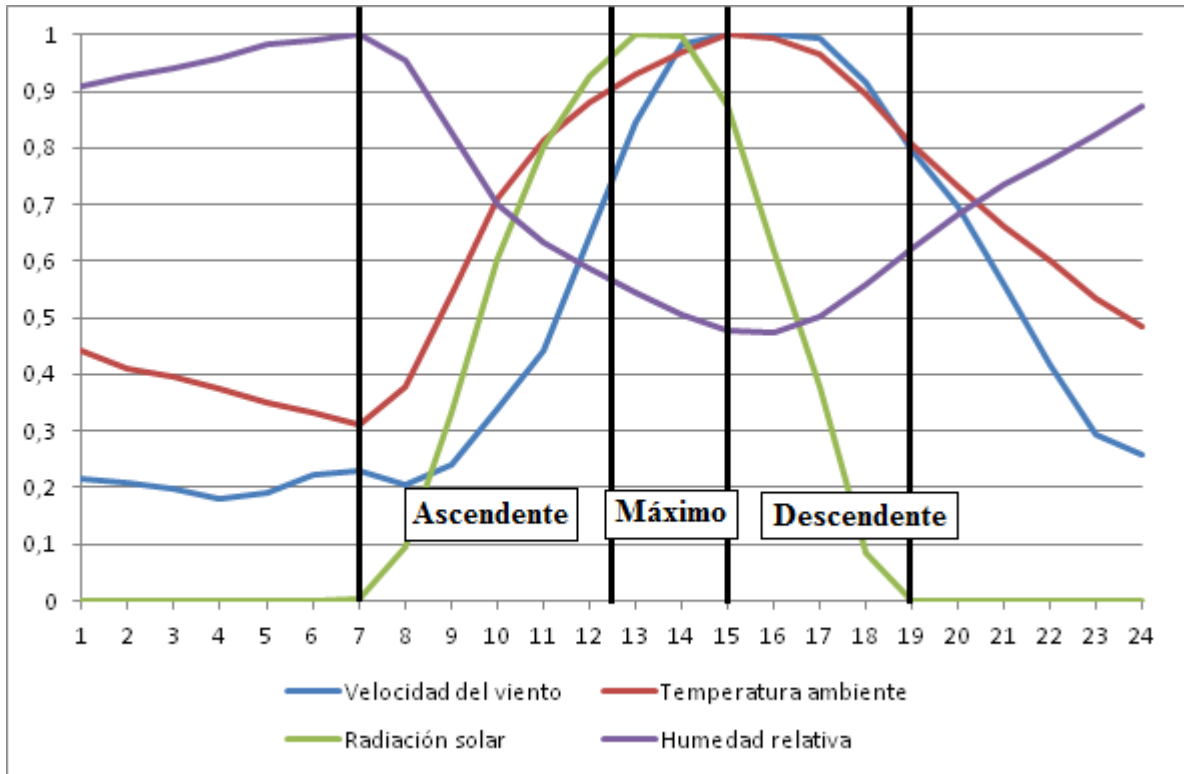


Figura 6.8
Datos meteorológicos horarios a nivel diario para el mes de Abril

Por último es importante conocer el promedio mensual de las variables que intervienen dentro del proceso de evaporación, ya que los cambios en la tasa de evaporación se pueden atribuir al aumento de alguna de las variables involucradas, a continuación se pueden apreciar en la Tabla 6.8:

Tabla 6.8
Promedio mensual de variables meteorológicas para el periodo de evaporación

mes	v [m/s]	T [°C]	R _s [W/m ²]	HR [%]
OCT	2,8	14,3	249,1	54,5
NOV	3,0	17,4	294,4	50,7
DIC	3,4	19,7	335,2	51,0
ENE	3,4	20,4	332,4	53,7
FEB	3,2	21,4	303,5	47,8
MAR	2,5	20,1	254,1	49,3
ABR	2,3	14,7	156,0	57,5

En la Tabla 6.8 se puede apreciar que se registran valores de velocidad del viento y de radiación solar mayores durante los meses de mayor evaporación, es decir, Diciembre, Enero y Febrero; por otro lado la temperatura ambiente es mayor durante los meses de Enero, Febrero y Marzo y no durante el mes de Diciembre el cual corresponde al mes de mayor evaporación. La humedad

relativa es menor durante el mes de Febrero y Marzo. De lo anterior se puede concluir que la radiación solar corresponde al factor más importante al momento de evaporar, ya que el mes de mayor evaporación corresponde al mes de mayor radiación solar incidente.

6.3. Análisis y Resultados del Primer Experimento: Efecto de la Altura de Líquido sobre la Evaporación

Para encontrar un sistema de operación más apropiado dentro de las bandejas de evaporación es importante analizar si la variable “altura de lixiviado”, dentro de los rangos a los que se mantiene la altura de lixiviado en las bandejas de evaporación, es importante al momento de evaporar.

En primer lugar se calcula la evaporación total producida en cada bandeja asociada a una altura de lixiviado durante el periodo de medición, a partir de las mediciones realizadas en terreno. Luego utilizando los datos obtenidos en terreno se calculan tasas de evaporación de manera de conocer a que tasa se evapora el lixiviado para cada una de las alturas en estudio.

6.3.1. Cálculo de la Evaporación Total en Bandejas de Experimentación a Partir de Datos Tomados en Terreno y Análisis de Datos de Temperatura de Lixiviado.

Para obtener la evaporación total en el tiempo de estudio en cada una de las bandejas, se debe obtener el volumen evaporado, para esto, es necesario conocer la disminución de la altura de líquido en cada bandeja y la superficie que tiene cada una de ellas, así como el error asociado a las mediciones, luego la información que se tiene es la siguiente:

- Sea $h_1 \pm \delta h_1$ la altura del líquido con su respectivo error, tomada en terreno y $A_1 \pm \delta A_1$ la superficie expuesta de lixiviado con su error respectivo en el tiempo t_1 .
- Sea $h_2 \pm \delta h_2$ la altura del líquido junto a su respectivo error tomada en terreno y $A_2 \pm \delta A_2$ la superficie expuesta de lixiviado con su respectivo error en el tiempo $t_2 > t_1$.

La evaporación producida en el intervalo de tiempo $[t_1, t_2]$ en bandejas de experimentación de forma trapezoidal, se puede obtener usando el volumen de un paralelepípedo a causa de que las variaciones de lixiviado son pequeñas. La ecuación es la siguiente:

$$E = (h_1 - h_2) * \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \quad (6.4)$$

Donde E, es la evaporación en $[m^3]$, $(h_1 - h_2)$ corresponde a la disminución de líquido a causa de la evaporación, es decir, la diferencia de la altura de lixiviado en el intervalo $[t_1, t_2]$ en $[m]$ y $\left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right)$ (*) es la superficie expuesta de lixiviado promedio en el intervalo $[t_1, t_2]$, en $[m^2]$.

(*) La superficie expuesta varía a medida que disminuye la altura de lixiviado a causa de la forma trapezoidal de las bandejas. La información que se tiene consiste en la superficie expuesta y la altura de lixiviado correspondientes al inicio y al final del intervalo de tiempo en estudio. Para utilizar un valor de superficie representativo de lo que sucede, a lo largo del intervalo de tiempo de medición, se utiliza el valor medio entre la superficie expuesta inicial y la superficie expuesta final.

El error de la evaporación producida en el intervalo de tiempo $[t_1, t_2]$ se obtiene de utilizar la ecuación (6.3), para esto es necesario conocer el error asociado tanto a la altura de lixiviado como a la superficie, de manera que se consideró lo siguiente:

- La altura de lixiviado se obtiene de la altura que marca el hito topográfico al interior de la bandeja, es decir, se midió utilizando una regla de medir (instrumento análogo) cuya menor medida es de 1 [mm], por lo tanto el error asociado a la medida de altura de lixiviado corresponde según la ecuación (6.1) a 0,5 [mm].
- La superficie libre de lixiviado se obtiene a partir de un levantamiento topográfico realizado en las bandejas de experimentación utilizando una estación total (la cual se encuentra dentro de la clasificación de instrumentos digitales). Con los datos del levantamiento topográfico se estimó la geometría de las bandejas, luego mediante la herramienta computacional Autocad Land se dibujaron las bandejas y se proyecta el área que ocupa cierta altura de líquido al interior de cada una de las bandejas; sin embargo, la geometría de las bandejas varía a causa de estar recubiertas por una geomembrana de HDPE la cual se dilata con la temperatura, formándose arrugas que hacen variar su forma. Para simplificar el cálculo del error, se estima lo siguiente:
 - La superficie expuesta posee la geometría de un rectángulo, en donde la superficie corresponde a la multiplicación de sus lados.
 - el valor de cada uno de los lados se obtiene de la medición con una huincha de medir (instrumento análogo), cuya menor unidad corresponde a 1 [mm]; sin embargo, considerando que medir en terreno lleva asociado errores de relieve de la lámina de HDPE así como los relieves propios del terreno, se considera que la menor medida de la huincha es de 1[cm], luego por la ecuación (6.1), se tiene que el error asociado a cada uno de los lados es de 0,5 [cm].
 - La superficie expuesta de lixiviado, como se mencionó anteriormente se conoce para cada bandeja para cada altura de lixiviado debido al levantamiento topográfico, por lo que se divide la superficie que se tiene asociada a dicha altura por el valor de $Lado_1 = 2$ [m] (medido en terreno) obteniéndose el valor asociado a $lado_2$. Utilizando la fórmula de propagación de errores para la ecuación $Superficie = lado_1 * lado_2$, se tiene que el error asociado a la superficie libre es aproximadamente 0,02 [m²].
 - El valor de la superficie utilizado en el cálculo de la evaporación corresponde a la superficie promedio entre la superficie en el tiempo t_1 y la superficie en el tiempo $t_2 > t_1$, luego utilizando la ecuación (6.3) para el promedio de las superficies se tiene que el error asociado al promedio es de 0,014 [m²], redondeando se tiene un error de 0,02 [m²].

Una vez que se tiene el error correspondiente tanto a la variación de altura como a la variación de superficie, se obtiene el error asociado a la evaporación.

Para poder cuantificar cual de las alturas de lixiviado tiene mayor eficiencia al momento de evaporar, a continuación se presenta en la Tabla 6.9 el total de evaporación producido junto a su

error en cada bandeja, además el valor asociado a la altura promedio de cada una de ellas y a la superficie promedio.

Tabla 6.9
Evaporación total por bandeja de experimentación

Bandeja N°1, $h_{prom}= 14$ [cm]			Bandeja N°2, $h_{prom}= 18$ [cm]			Bandeja N°3, $h_{prom}= 24$ [cm]		
E [m ³]	δE [m ³]	A_{prom} [m ²]	E [m ³]	δE [m ³]	A_{prom} [m ²]	E [m ³]	δE [m ³]	A_{prom} [m ²]
0,953	0,03	6,08	0,934	0,03	6,23	0,889	0,03	6,20

Se aprecia en la Tabla 6.9 que la variación entre la superficie expuesta promedio entre las diferentes bandejas de experimentación es pequeña por lo que se considera que la mayor variante es la altura de lixiviado. Se puede observar de la

Tabla 6.9 que la mayor evaporación se produjo en la bandeja N°1 asociada a una altura de 14 [cm] de lixiviado.

La evaporación decrece hacia la bandeja cuya altura de lixiviado es mayor (bandeja N°3), por otro lado, a causa del error existente no es posible concluir acerca del valor de evaporación asociado a una altura, sin embargo se aprecia una tendencia de aumentar la evaporación a menor profundidad.

Para apreciar lo anterior de mejor manera a continuación se presenta en la Figura 6.9 la evaporación asociada a su error respectivo para cada una de las bandejas de experimentación.

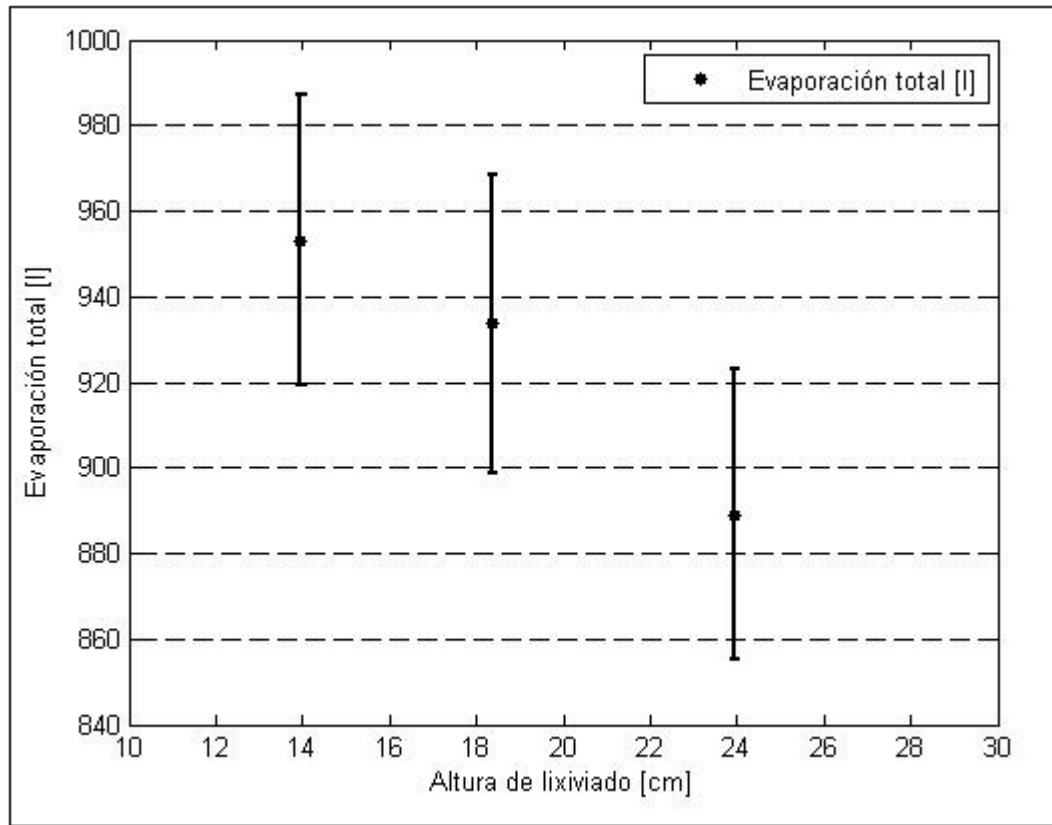


Figura 6.9
Evaporación total de cada Bandeja de experimentación

En la Figura 6.9 se aprecia el valor total de la evaporación registrada en cada una de las bandejas de experimentación junto a sus bandas de error obtenida por la propagación de errores realizada.

Por otro lado, para saber cuál sería la evaporación durante el mes de Febrero en bandejas, se buscó mediante proporcionalidad el valor evaporado en bandejas de experimentación en 29 días, donde se obtuvo lo siguiente:

Tabla 6.10
Evaporación en 29 días mediante proporcionalidad

Bandeja N°1		Bandeja N°2		Bandeja N°3	
$E_{20 [d]} [m^3]$	$E_{29 [d]} [m^3]$	$E_{20 [d]} [m^3]$	$E_{29 [d]} [m^3]$	$E_{20 [d]} [m^3]$	$E_{29 [d]} [m^3]$
0,953 ± 0,03	1,38 ± 0,05	0,934 ± 0,03	1,35 ± 0,05	0,889 ± 0,03	1,29 ± 0,05

Donde $E_{20 [d]}$ es la evaporación en $[m^3]$ en un periodo de 20 días y $E_{29 [d]}$ es la evaporación en $[m^3]$ en un periodo de 29 [d].

Al utilizar el valor de evaporación obtenida de la bandeja N°1 (bandeja con mayor eficiencia) como la evaporación producida en bandejas de evaporación durante el mes de Febrero, se tiene mediante proporcionalidad que se evaporan en bandejas 6.491 $[m^3]$ de lixiviado.

Si se asume que las piscinas de evaporación existentes evaporan de acuerdo a la tasa obtenida utilizando la información meteorológica, se obtiene que en piscinas se evapora 2.650 $[m^3]$, luego

restando del total evaporado durante el mes de Febrero, la evaporación estimada en bandejas, se tiene que, al mantener las bandejas de evaporación a 14 [cm] de altura se evapora en total un 24% por sobre lo evaporado durante el mes de Febrero.

Los datos tomados de temperatura superficial de lixiviado durante el periodo de medición son:

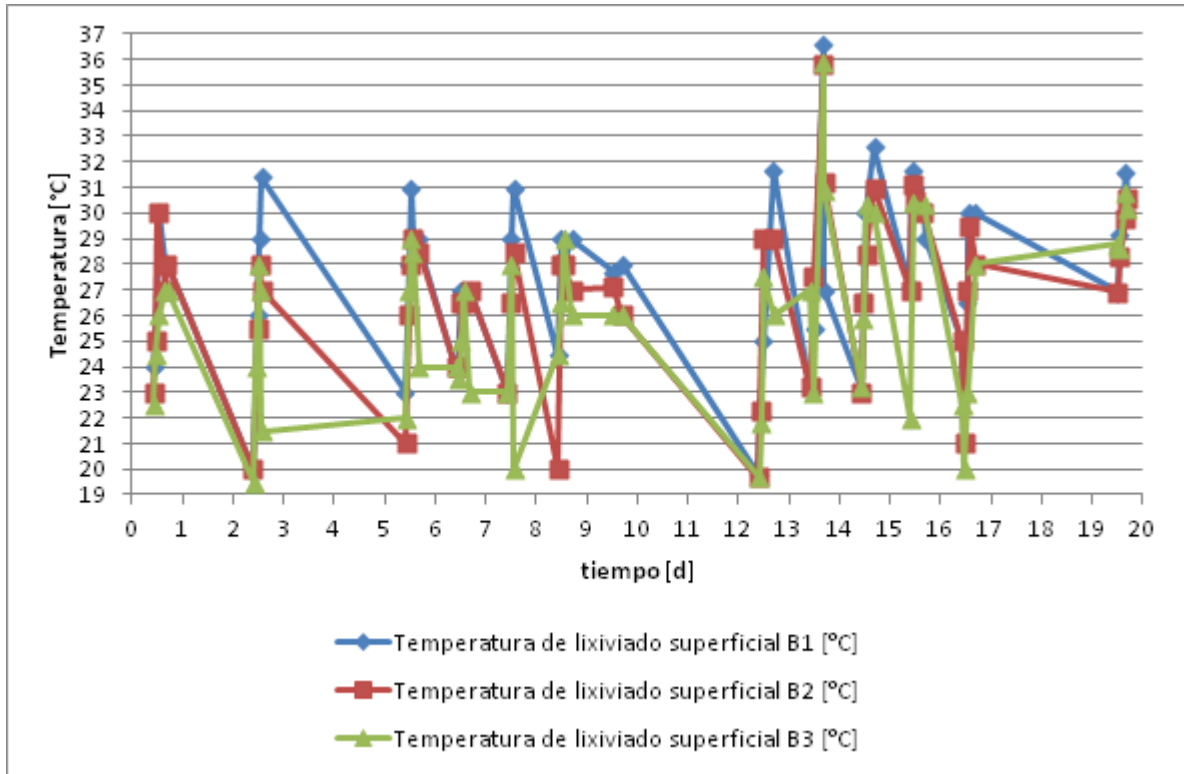


Figura 6.10
Temperatura superficial de lixiviado en las bandejas de experimentación

En la Figura 6.10 se aprecian los valores de temperatura superficial de lixiviado registrada en las bandejas de experimentación donde se tiene que el valor promedio registrado a lo largo de un día, durante los 20 [d] de medición en la bandeja de experimentación N°1 es de 27,45 [°C], en la bandeja de experimentación N°2 es de 26,78 [°C] y en la bandeja de experimentación N°3 es de 25,86 [°C]. Se puede apreciar además, que la bandeja de experimentación N°1 presenta temperatura superficial de lixiviado por sobre la temperatura registrada en las bandejas de experimentación N°2 y N°3.

Los valores bajo los 23 [°C] corresponden a la temperatura de lixiviado medido a primera hora en la mañana. Luego los valores máximos registrados corresponden a temperatura de lixiviado registrada durante el periodo de evaporación máxima.

De lo anterior se podría inferir que debido a que la bandeja con menor altura de lixiviado alcanza en promedio una mayor temperatura superficial del líquido de 0,7 [°C] relativo a la bandeja de experimentación N°2 y de 1,6 [°C] relativo a la bandeja de experimentación N°3, se produce mayor evaporación en ella.

6.3.2. Cálculo de Tasas de Evaporación Diario Mediante Datos Tomados en Terreno

La evaporación total en cada una de las bandejas medida anteriormente se encuentra asociada a una superficie de lixiviado libre, si bien, la diferencia entre las superficies es pequeña es necesario encontrar el valor de la evaporación independiente de la superficie.

Para poder apreciar si la variación de altura en el líquido lixiviado consiste en una variable importante para el sistema de bandejas de evaporación, es necesario estimar “la velocidad” a la que se evapora el líquido lixiviado en cada una de las bandejas de experimentación. Para lograr esto se calculan, utilizando los datos medidos en terreno, tasas de evaporación a nivel diario.

La tasa de evaporación a nivel diario se obtiene de la siguiente manera:

$$E \left[\frac{mm}{d} \right] = 1.000 * \frac{\frac{E_d}{A_d}}{\Delta t} \quad (6.5)$$

Donde E_d corresponde al volumen evaporado en $[m^3]$ durante un día, A_d corresponde a la superficie expuesta promedio en $[m^2]$ durante un día, Δt corresponde al intervalo de tiempo entre cada medición en $[d]$ y “1.000” corresponda al factor de conversión de $[m]$ a $[mm]$.

Aplicando la ecuación (6.5) al conjunto de mediciones realizadas en terreno para intervalos diarios o mayores en el caso de días sin medición, se obtiene lo siguiente:

Tabla 6.11
Tasas de evaporación a nivel diario

[mm/d]	Bandeja N°1		Bandeja N°2		Bandeja N°3	
	E	δE	E	δE	E	δE
01 Febr-03 Febr	7,3	0,8	6,8	0,8	7,1	0,8
03 Febr-06 Febr	8,8	0,5	8,5	0,5	8,5	0,5
06 Febr-07 Febr	9,3	1,6	8,6	1,6	9,0	1,6
07 Febr-08 Febr	8,9	1,6	8,0	1,6	7,5	1,6
08 Febr-09 Febr	7,5	1,2	7,5	1,2	7,2	1,2
09 Febr-10 Febr	6,9	1,5	5,3	1,5	5,5	1,5
10 Febr- 13 Febr	6,7	0,3	6,7	0,3	7,1	0,3
13 Febr-14 Febr	8,7	1,4	8,3	1,4	6,8	1,4
14 Febr-15 Febr	7,8	1,5	8,2	1,5	5,0	1,4
15 Febr-16 Febr	8,9	1,6	6,9	1,6	6,9	1,6
16 Febr-17 Febr	6,6	1,4	5,6	1,4	5,6	1,3
17 Febr-20 Febr	7,0	0,5	6,9	0,5	6,4	0,5
\bar{E} [$m^3/ha/d$]	7,9	0,4	7,3	0,4	6,9	0,4

En la Tabla 6.11 se aprecian las tasas de evaporación diarias estimadas para cada día para cada una de las bandejas de experimentación, asociado al error instrumental correspondiente. Se observa que dado el error, las tasas correspondientes a la bandeja N°2 y N°3, podría ser la misma;

sin embargo, dado a que en la bandeja N°2 se registró una mayor evaporación que en la bandeja N°3 se estima que las tasas de evaporación promedio representan de buena manera lo sucedido durante el periodo de estudio. En adelante, se utilizarán los valores promedio como representativos de cada altura de lixiviado.

Para observar cómo se comportan las tasas promedio de las distintas profundidades de lixiviado, con respecto a la tasa de evaporación obtenida mediante los datos meteorológicos para el mes de Febrero (mediante el método Combinado), se asume que la tasa obtenida por el método combinado se aplica para las masas de aguas profundas, es decir se aplica para la evaporación que se produce en piscinas de almacenamiento ya que en ellas se cumplen las hipótesis del método Combinado. Lo anterior se puede apreciar en la Figura 6.11:

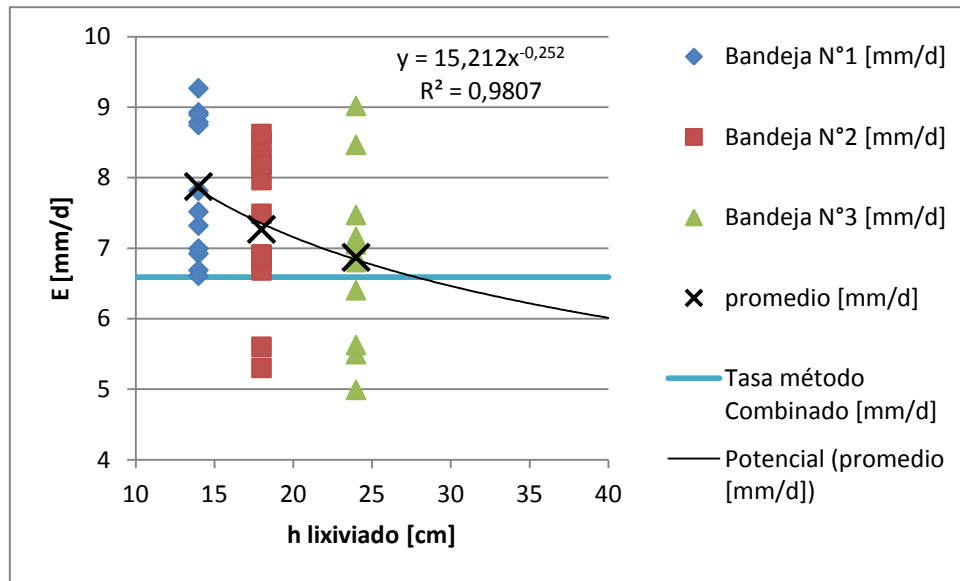


Figura 6.11
Ajuste tasas de evaporación promedio de bandejas de experimentación y tasa mediante meteorología

En la Figura 6.11 se aprecia que las tasas promedio observadas en las bandejas de experimentación se encuentran por sobre la tasa mediante el método combinado. Lo anterior refleja que aparentemente existe un factor, la profundidad de lixiviado, que ayuda a que la tasa de evaporación sea mayor.

Para obtener la tasa de evaporación para distintas profundidades a las estudiadas se ajustaron los datos anteriores mediante una línea de tendencia del tipo potencial, como se puede apreciar en la figura 6.10; por otro lado, dicha línea de tendencia se usa para observar a partir de qué valor de profundidad, la tasa de evaporación se comporta como la tasa obtenida mediante el método combinado. Dicha profundidad corresponde a 28 [cm].

A partir de lo anterior, se considera para profundidades de lixiviado mayor a 28 [cm], el líquido lixivado se evapora a la tasa de evaporación obtenida mediante el método combinado ya que, el proceso de evaporación ocurre a nivel superficial en los cuerpos de agua, luego después de cierto límite de profundidad la tasa de evaporación es la misma. Para profundidades menores a 28 [cm], el líquido lixivado se evapora de la siguiente forma:

$$E \left[\frac{mm}{d} \right] = factor * E_m \quad (6.6)$$

Donde E_m corresponde a la tasa de evaporación obtenida mediante el método combinado en [mm/d] y el factor a utilizar se obtiene a partir los datos experimentales.

$$factor = \frac{E_{potencial}}{E_m} \quad (6.7)$$

Donde $E_{potencial}$ es la tasa de evaporación obtenida mediante la regresión potencial observada en la Tabla 6.11 de acuerdo a la profundidad de lixiviado que se quiere estudiar.

A continuación se aprecian en la Tabla 6.12 los valores de la tasa promedio y del factor de ponderación para diferentes profundidades:

Tabla 6.12
Factor de corrección con respecto a la tasa meteorológica para el mes de Febrero

h_{lix} [cm]	E [mm/d]	Factor
24	6,83	1,04
18	7,56	1,15
14	7,82	1,19
10	8,52	1,29
5	10,14	1,54

Como se mencionó anteriormente, se cuenta con información durante el mes de Enero, la cual corresponde a la evaporación total producida en 27 días, para una altura promedio y para una superficie promedio asociada, luego es posible obtener la tasa de evaporación promedio para dichas profundidades de lixiviado en Enero y observar si se comporta de manera similar a lo observado durante el mes de Febrero.

A continuación se presenta en la Tabla 6.13 la evaporación que se midió durante las mediciones realizadas en el mes de Enero y el factor de ponderación para dicho mes en la Tabla 6.14:

Tabla 6.13
Evaporación total en 27 días durante el mes de Enero

Bandeja N°1, $h_{lix}=14$ [cm]		Bandeja N°2, $h_{lix}=16$ [cm]		Bandeja N°3, $h_{lix}=19$ [cm]	
E [m^3]	A [m^2]	E [m^3]	A [m^2]	E [m^3]	A [m^2]
1,40	6,03	1,43	5,79	1,14	5,47

Tabla 6.14
Tasas de evaporación y factor para Enero

h_{lix} [cm]	E [mm/d]	E_m [mm/d]	Factor
19	7,70	7,17	1,07
16	8,25		1,15
14	8,53		1,19

De lo anterior se puede apreciar que el factor de aumento de la evaporación que se produce a las alturas de lixiviado evaluadas con respecto a la tasa meteorológica obtenida mediante el método combinado se comportan de igual manera, para el mes de Enero y Febrero. Se considera que lo observado durante el mes de Febrero al ser corroborado para el mes de Enero, sería aplicable para los demás meses correspondientes al periodo de evaporación.

Para poder cuantificar la evaporación a lo largo del periodo estival al mantener las bandejas de evaporación a pequeñas alturas de lixiviado, se multiplica el factor asociado a la altura en estudio en las bandejas de experimentación, por la tasa meteorológica del mes correspondiente, y se considera además que en las piscinas de acumulación se evapora a la tasa correspondiente a la tasa calculada por el método combinado para cada mes.

Para lo anterior se utiliza la superficie disponible en bandejas de evaporación para cada mes según la Tabla 4.3 por un factor de corrección igual a 0,9 ya que en terreno se pudo apreciar que algunas bandejas de evaporación poseen levantamientos de la geomembrana por sobre el líquido, lo cual resta superficie libre de lixiviado y los valores de superficie de las bandejas de evaporación que se encuentran en la Tabla 4.3 no consideran dicho efecto.

Por otro lado, en las piscinas de almacenamiento a veces se encuentran objetos que de igual manera restan superficie libre, razón por la cual es necesario aplicar el factor de corrección de 0,9 de igual manera.

Mediante información entregada directamente del relleno sanitario se tiene que la altura promedio en bandejas de evaporación para los diferentes meses comprendidos en el periodo estival, durante el periodo de evaporación 2011 - 2012 son las siguientes:

Tabla 6.15
Altura promedio de lixiviado observado durante el periodo estival en bandejas de experimentación

Mes	h_{lix} [cm]
Octubre	34
Noviembre	25
Diciembre	21
Enero	23
Febrero	24
Marzo	27

(Fuente: propia a partir de información entregada por RSSP)

Luego utilizando lo anterior, extrapolando para los meses del periodo estival, se tiene lo siguiente:

- Situación modelada de la altura real de las bandejas de evaporación:

Tabla 6.16
Situación modelada del escenario real

[m ³]	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	SUMA
Piscinas	2.141	2.522	2.949	2.799	2.313	1.865	14.590
Bandejas	3.865	4.833	6.190	5.956	5.133	4.219	30.194
Total	6.007	7.355	9.138	8.755	7.446	6.083	44.784

Al comparar la situación modelada con la información entregada por el RSSP se tiene un error en el total de evaporación del 4% ya que en el periodo estival comprendido entre los años 2011 y 2012 se evaporaron en total 43.255 [m³] de lixiviados. La diferencia entre la situación modelada mes a mes con respecto a la realidad presenta errores menores al 20%; sin embargo, dichos errores se explican a causa de que la altura modelada corresponde a una altura promedio por lo que en algunas bandejas de evaporación la altura de lixiviado pudo ser mayor o menor a la situación modelada.

Por otro lado, los errores en la superficie pueden ser mayores y debido a los errores de medición el valor entregado por parte del RSSP puede ser aproximado; sin embargo, se utiliza este escenario de situación real, como base para comparar qué sucede al cambiar la profundidad de lixiviados en las bandejas y poder comparar el efecto de la altura de líquido en la evaporación de lixiviados.

- Situación con las bandejas de evaporación a una altura de 24 [cm] de lixiviado:

Tabla 6.17
Situación modelada con bandejas de evaporación a 24 [cm] de profundidad de lixiviado

[m ³]	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	SUMA
Piscinas	2.141	2.522	2.949	2.799	2.313	1.865	14.590
Bandejas	4.031	5.040	6.022	5.928	5.133	4.399	30.553
Total	6.172	7.562	8.970	8.728	7.446	6.264	45.142

En la Tabla 6.17 se aprecia que al mantener las bandejas de evaporación a lo largo del periodo estival a una altura de lixiviado de 24 [cm] se tiene un aumento del 1%.

- Situación con las bandejas de evaporación a una altura de 18 [cm] de lixiviado:

Tabla 6.18
Situación modelada con bandejas de evaporación a 18 [cm] de profundidad de lixiviado

[m ³]	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	SUMA
Piscinas	2.141	2.522	2.949	2.799	2.313	1.865	14.590
Bandejas	4.264	5.332	6.370	6.272	5.430	4.654	32.323
Total	6.406	7.854	9.319	9.071	7.743	6.519	46.912

En la Tabla 6.18 se aprecia que al mantener las bandejas de evaporación a lo largo del periodo estival a una altura de lixiviado de 18 [cm] se tiene un aumento del 5%.

- Situación con las bandejas de evaporación a una altura de 14 [cm] de lixiviado:

Tabla 6.19

Situación modelada con bandejas de evaporación a 14 [cm] de profundidad de lixiviado

[m ³]	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	SUMA
Piscinas	2.141	2.522	2.949	2.799	2.313	1.865	14.590
Bandejas	4.620	5.776	6.902	6.795	5.883	5.042	35.018
Total	6.761	8.299	9.850	9.594	8.196	6.907	49.607

En la Tabla 6.19 se aprecia que al mantener las bandejas de evaporación a lo largo del periodo estival a una altura de lixiviado de 14 [cm] se tiene un aumento del 11%.

- Situación con las bandejas de evaporación a una altura de 10 [cm] de lixiviado:

Tabla 6.20

Situación modelada con bandejas de evaporación a 10 [cm] de profundidad de lixiviado

[m ³]	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	SUMA
Piscinas	2.141	2.522	2.949	2.799	2.313	1.865	14.590
Bandejas	4.995	6.245	7.462	7.347	6.360	5.452	37.862
Total	7.137	8.768	10.411	10.146	8.673	7.317	52.451

En la Tabla 6.20 se aprecia que al mantener las bandejas de evaporación a lo largo del periodo estival a una altura de lixiviado de 10 [cm] se tiene un aumento del 17%.

- Situación con las bandejas de evaporación a una altura de 5 [cm] de lixiviado:

Tabla 6.21

Situación modelada con bandejas de evaporación a 5 [cm] de profundidad de lixiviado

[m ³]	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	SUMA
Piscinas	2.141	2.522	2.949	2.799	2.313	1.865	14.590
Bandejas	5.949	7.437	8.886	8.749	7.574	6.492	45.088
Total	8.090	9.960	11.835	11.548	9.887	8.357	59.678

En la Tabla 6.21 se aprecia que al mantener las bandejas de evaporación a lo largo del periodo estival a una altura de lixiviado de 5 [cm] se tiene un aumento del 33%.

Como se puede observar la altura de lixiviado si tiene efecto en la evaporación, luego el porcentaje extra evaporado a causa de controlar las alturas de lixiviado al interior de las bandejas de evaporación significa un porcentaje menos de lixiviado enviado a tratar en plantas de tratamiento de aguas residuales; sin embargo, controlar la altura de lixiviado al interior de las bandejas a menor altura implica una constante recarga de líquido lo cual trae asociado costos de electricidad y de personal que realice dicha labor. Por lo que se recomienda llenar las bandejas a 15 [cm] y volver a recargar cuando estas se encuentren por bajo los 5 [cm] con lo cual se aprovechan las alturas de lixiviado con mayor tasa de evaporación.

Para apreciar el ahorro de lixiviado que implica el aumento de tratamiento externo, se modeló el sistema de generación de lixiviados y evaporación desde el año 2012 hasta el año 2033, ya que las proyecciones que se manejan al interior del relleno sanitario indican un aumento en la generación promedio hacia dicho año.

Se realizaron dos escenarios, en el primero se supone que no existe aumento en la cantidad de residuos sólidos a recibir por el relleno sanitario por lo que se mantiene constante a lo largo de los años la generación promedio anual de lixiviados en 200 [m³/d]. Se supuso que la precipitación se mantiene constante a lo largo de los años en promedio anual de 308,8 [mm/año] (municipalidad de Maipú, 2012). Además, la evaporación de lixiviados se mantuvo constante a lo largo de los años de manera de tener una aproximación, si bien las tasas de evaporación varían a causa de las variaciones en las variables meteorológicas, las tasas debiesen mantenerse de dicho orden.

Se utilizó el total evaporado modelado para diferentes alturas de lixiviado, durante el periodo estival y durante el resto de los meses correspondientes a otoño e invierno se utilizaron las tasas de evaporación obtenidas para dichos meses y la superficie expuesta de las piscinas de almacenamiento y de las bandejas de evaporación ya que las precipitaciones se acumulan tanto en piscinas como en bandejas.

Para analizar si el sistema de evaporación es suficiente para mantener el lixiviado almacenado en las piscinas de almacenamiento durante todo el año, se estimó como caso base que se manda a tratamiento una cantidad de 1800 [m³/mes] y en el caso de tener capacidad en las piscinas de almacenamiento para almacenar mayor cantidad de lixiviados, se disminuye el tratamiento externo.

En el segundo escenario se mantienen las condiciones anteriormente descritas; sin embargo, en la presente oportunidad, se considera un aumento en la recepción de residuos por parte del relleno sanitario lo cual genera un aumento en la producción promedio anual de lixiviados a 300 [m³/d] hacia el año 2033. Se consideró un aumento proporcional en la generación de lixiviados de acuerdo a la cantidad de años.

Para el primer escenario, caso sin aumento en la generación promedio de lixiviados:

Tabla 6.22
Ahorro en tratamiento externo

h_{lix} [cm]	aumento Evaporación relativo caso actual [%]	Disminución tratamiento externo anual [%]	Ahorro anual [UF]
24	1	3	181
18	5	11	665
14	11	24	1.452
10	17	37	2.238
5	33	70	4.234

En el segundo escenario, al suponer que la tasa de generación aumenta proporcionalmente de 200 [m³/d] a 300 [m³/d] hacia el año 2033 y manteniendo el ahorro en tratamiento externo, se tiene

que para que el sistema de manejo de lixiviados mediante evaporación de solución al problema de lixiviados, se debe aumentar la superficie para evaporar en la cantidad de [ha] que se aprecian a continuación en la Tabla 6.23:

Tabla 6.23
Aumento de superficie para evaporar

hlix [cm]	aumento Evaporación relativo caso actual [%]	Disminución tratamiento externo anual [%]	Aumento [ha]
24	1	3	2,2
18	5	11	2,2
14	11	24	2,2
10	17	37	2,0
5	33	70	1,8

Se debe mencionar que dicho aumento de superficie debe realizarse a partir del año 2019.

6.4. Análisis y Resultados del Segundo Experimento: Efecto de un Sistema de Rebalse entre Bandejas sobre la Evaporación

En el presente escenario, para aumentar la evaporación, se aumenta la superficie evaporante. Entre las bandejas de experimentación existe un aporte de superficie extra dado por los pretilos intermedios los cuales tienen las siguientes dimensiones:

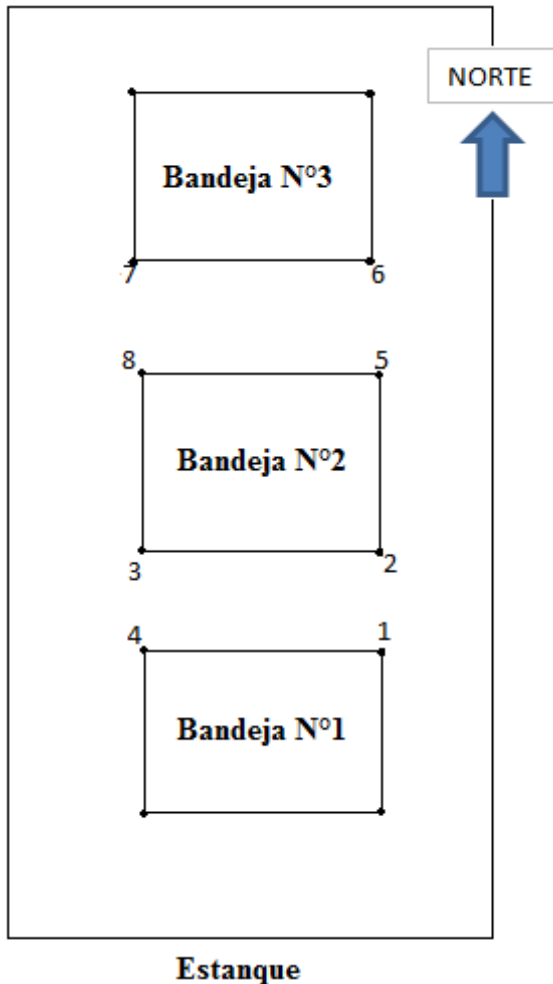


Tabla 6.24
Distancia entre vértices pretilos intermedios

Distancia entre vértices	
1 y 2	1,077 [m]
2 y 3	2,149 [m]
3 y 4	1,371 [m]
4 y 1	1,758 [m]
5 y 6	1,282 [m]
6 y 7	2,061 [m]
7 y 8	1,390 [m]
8 y 5	1,989 [m]

Estanque

Figura 6.12
vértices pretilos intermedios en bandejas de experimentación

Debido a los problemas de arrugas en los pretilos que impiden el escurrimiento de lixiviado, se instalaron placas sobre los pretilos las cuales tienen las siguientes dimensiones: en el pretil N°1 correspondiente al pretil intermedio entre las bandeja N°1 y la bandeja N°2 se tiene una placa de 2 [m] por 0,95 [m] y en el pretil N°2 correspondiente al pretil intermedio entre las bandejas N°2 y la bandeja N°3 se tiene una palca de 1,85 [m] por 1,12 [m].

Las diferencias entre el tamaño de las placas y superficie disponible en los pretilos se explica a causa de que al corregir dicho sector del pretil utilizando placas se asegura un buen escurrimiento de lixiviado.

Para identificar la evaporación, se utilizan dos tipos de registros, el primero corresponde al volumen de lixiviado almacenado en el estanque ($V_{\text{estanque}}(t)$ y $V_{\text{estanque}}(t+1)$ en $[m^3]$), luego se tiene el volumen de lixiviado que ingresó al sistema de bandejas (V_{entrada}), se conoce el volumen almacenado en las mismas ($V_{\text{real bandejas}}$ en $[m^3]$) y el volumen de lixiviado sobre los pretilos intermedios (V_{pretil} en $[m^3]$), luego la diferencia entre lo que entra y lo almacenado en el sistema, corresponde a la cantidad de lixiviado evaporado.

$$V_{\text{estanque}}(t) - V_{\text{estanque}}(t + 1) = V_{\text{entrada}} \quad (6.8)$$

$$V_{\text{entrada}} - V_{\text{pretil}} = V_{\text{bandejas}} \quad (6.9)$$

$$V_{\text{bandejas}} - V_{\text{real bandejas}} = E \quad (6.10)$$

Por otro lado, en algunas ocasiones no se cuentan con registros de volumen del estanque y en cambio se tienen los registros del caudal de entrada hacia el sistema de bandejas y se conoce el volumen almacenado al interior de éstas, luego, la diferencia entre el volumen que entra con el volumen almacenado, es igual a la evaporación. Por otro lado, a causa que el volumen al interior del estanque varía debido a la descarga de lixiviado para cargar de lixiviado las bandejas de experimentación, el caudal de recarga hacia las bandejas de experimentación varía en el tiempo.

Para tener el caudal de recarga a lo largo del tiempo y por consecuencia el volumen que entra al sistema de bandejas se realizó el siguiente balance:

- Se desprecian las pérdidas friccionales y singulares para mayor simplicidad.
- Se conoce las dimensiones del estanque, es decir, el radio, altura, volumen etc.
- Se conoce el caudal efluente del estanque en el tiempo t y la altura que marca el líquido lixiviado al interior del estanque en el tiempo t .
- Se conoce el caudal que sale del estanque (caudal efluente en el tiempo t), luego la apertura del tubo dado por la válvula corresponde al radio que tiene el tubo.
- Se discretiza el sistema en intervalos de 1 [s], es decir, el caudal efluente por unidad de tiempo (1 [s]) corresponde al volumen de lixiviado que sale del estanque en dicho tiempo, luego, el volumen almacenado al interior del estanque corresponde al volumen inicial menos el volumen efluente. El nuevo caudal dado por el cambio de volumen se obtiene de realizar un balance de energía (Bernoulli) en el estanque, donde se obtiene el nuevo caudal. A continuación se puede apreciar lo explicado anteriormente:

$$V_{\text{inical}} - Q(t) * t = V(t + 1) \quad (6.11)$$

$$\frac{V(t+1)}{A_{\text{estanque}}} = h_{\text{lix}}(t+1) \quad (6.12)$$

$$v_{\text{lix}}(t + 1) = \sqrt{2 * g * h_{\text{lix}}(t + 1)} \quad (6.13)$$

$$Q(t + 1) = v_{\text{lix}}(t + 1) * A_{\text{tubo}} \quad (6.14)$$

Donde, V corresponde al volumen al interior del estanque en $[m^3]$, $Q(t)$ corresponde al caudal en el tiempo t en $[m^3/s]$, A_{estanque} y A_{tubo} corresponden al área del estanque y del tubo que sale del estanque para recargar las bandejas en $[m^2]$, $h_{\text{lix}}(t+1)$ es la altura de lixiviado al interior del estanque en el tiempo $t+1$ en $[m]$, $v_{\text{lix}}(t+1)$ es la velocidad del lixiviado a la salida del estanque en el tiempo $t+1$ en $[m/s]$, g es la aceleración de gravedad igual a $9,8 [m/s^2]$.

Luego en el presente escenario se cuenta con la superficie de las tres bandejas de experimentación además de la superficie extra dada por los pretilos. Siguiendo el procedimiento antes descrito se obtiene lo siguiente, en la Tabla 6.25:

Tabla 6.25
Evaporación total en el sistema de bandejas en intervalos de tiempo de 1 [d] o más

Intervalo	E [l]
26 Febr. - 27 Febr.	149
27 Febr. - 28 Febr.	145
28 Febr. - 29 Febr.	118
29 Febr. - 1 Mar.	189
1 Mar. - 2 Mar.	132
2 Mar. - 5 Mar.	434
5 Mar. - 6 Mar.	185
6 Mar. - 7 Mar.	144
7 Mar. - 8 Mar.	142
8 Mar. - 9 Mar.	87
9 Mar. - 12 Mar.	420
12 Mar. - 14 Mar.	333
14 Mar. - 15 Mar.	93
15 Mar. - 16 Mar.	71

A causa de que el presente escenario fue medido a lo largo de meses distintos correspondientes a Febrero y Marzo, se obtiene el total evaporado para cada uno de los meses involucrados y de dicha manera se obtienen las tasas de evaporación correspondientes para cada uno de dichos meses, las cuales se presentan a continuación en la Tabla 6.26:

Tabla 6.26
Tasas de evaporación para los meses involucrados

Mes	E [l]	Días [d]	S [m ²]	E [mm/d]
Febrero	601	4	19,5	7,7
Marzo	2.041	15	19,5	7,0

Donde E [l] corresponde al total evaporado dentro de los días correspondientes a las mediciones efectuadas dentro de un mes involucrado, S [m²] corresponde a la superficie de evaporación entregada por las bandejas de experimentación las cuales fueron el sistema de control para obtener la cantidad evaporada, valor que se obtiene de la suma de la superficie libre otorgada por cada una de las bandejas de experimentación, para lo cual, se consideró que la bandeja N°1 de experimentación se mantuvo a una altura de lixiviado promedio de 19,5 [cm], la bandeja N°2 a una altura de lixiviado promedio de 20,3 [cm] y por último que la bandeja N°3 se mantuvo a una altura de lixiviado promedio de 19 [cm]. E [mm/d] corresponde a la tasa de evaporación observada a partir del total evaporado, la superficie libre de evaporación y la cantidad de días.

Del experimento anterior, efecto de la altura de líquido sobre la evaporación, se pudo apreciar que el error asociado al total evaporado en cada bandeja de experimentación, corresponde a

aproximadamente un 4%. En el presente escenario se mide la evaporación total conjunta de las tres bandejas de experimentación por lo que el error asociado corresponde aproximadamente a un 12%, a esto, se debe sumar el error que se tiene en el volumen que ingresa al sistema que viene dado por mediciones realizadas de aforo de caudales y de diferencia de volumen al interior del estanque de almacenamiento, además, se tiene un gran error en la medición en el momento de realizar la recirculación de lixiviado desde la bandeja N°3 hacia el estanque mediante una manguera. Dicha manguera tiene en su extremo inferior una válvula de retención la cual en algunas ocasiones funcionó de manera incorrecta debido al atascamiento tanto de ramas como de objetos que por efecto del viento dieron a parar al interior de la bandeja de experimentación N°3.

Por otro lado, para la realización de recirculación de lixiviado es necesario cebar la manguera, es decir, llenarla de líquido de manera que la bomba hidráulica pueda ejercer la succión necesaria para poder sacar líquido de la bandeja y llevarlo al estanque de almacenamiento. Para la realización del presente escenario se considera que la manguera posee siempre la misma cantidad de líquido en ella por lo que lo que sale del sistema de bandejas corresponde a lo que entra en el estanque de almacenamiento; sin embargo, en algunas ocasiones la manguera se encontró con menos líquido por lo que la válvula de retención funcionó de mala manera o simplemente la succión ocurrió con la manguera semi – llena. Por lo anterior el error asociado a las mediciones es bastante grande y para tener un valor aproximado y encontrarnos en un escenario pesimista se utilizará un error de aproximadamente un 30%.

Además del análisis realizado para el primer experimento, efecto de la altura de líquido sobre la evaporación, se observó que a menor altura se obtienen mejores resultados en la evaporación de lixiviados, los cuáles se manifiestan como un porcentaje de aumento de la tasa meteorológica para cada mes correspondiente dada la profundidad, luego usando la regresión potencial de la Figura 6.11 para el mes de Febrero, se obtiene para las alturas promedio de las bandejas de experimentación lo siguiente, en la Tabla 6.27:

Tabla 6.27
Tasas de evaporación dada la altura de lixiviado para el mes de Febrero

Bandeja	h_{lix} [cm]	$E[mm/d]_p$	Factor
N°1	19,5	7,20	1,092
N°2	20,3	7,12	1,081
N°3	19,0	7,24	1,099
Pretil	0,3	20,60	3,127

Utilizando los factores de aumento a la tasa meteorológica de la Tabla 6.27 para el mes de Marzo se obtienen las siguientes tasas de evaporación las cuales se aprecian en Tabla 6.28:

Tabla 6.28
Tasas de evaporación dada la altura de lixiviado para el mes de Marzo

Bandeja	h_{lix} [cm]	$E[mm/d]$	Factor
N°1	19,5	5,70	1,092
N°2	20,3	5,64	1,081
N°3	19,0	5,74	1,099
Pretil	0,3	16,32	3,127

Luego el total evaporado utilizando la información de la Tabla 6.27 y de la Tabla 6.28 es el siguiente:

Tabla 6.29
Total evaporado considerando la altura de las bandejas de experimentación y los resultados encontrados en el primer experimento

Sistema	Febrero	Marzo
	E [l]	E [l]
Bandejas	561	1.665
Pretilos	327	2.638
Total	888	4.303

Como se mencionó anteriormente se considera un error a las mediciones del presente escenario de un 30% por lo que el rango de valores asociados a la evaporación en el presente escenario son los siguientes:

Tabla 6.30
Rango de valores de evaporación asociados a la medición en terreno

Mes	$E [l] - \delta E [l]$	E [l]	$E [l] + \delta E [l]$
Febrero	421	601	781
Marzo	1.428	2.041	2.653

Al comparar los valores de la Tabla 6.29 y de la Tabla 6.30 se puede apreciar que el presente escenario evapora menos lixiviado que en el caso de que se hubieran mantenido las bandejas en situación estanca. Además el presente escenario tiene los inconvenientes de necesitar personal que traslade los bloques de hormigón a medida que la geomembrana de HDPE se dilate y un aumento en la utilización de energía eléctrica para mantener el lixiviado recirculando.

6.5. Análisis y Resultados del Tercer Experimento: Efecto de un Sistema de riego por goteo sobre la evaporación

En la presente etapa se analiza el posible aumento en la evaporación al tener superficie evaporante extra y al aprovechar el calentamiento de la lámina de HDPE por donde escurre el líquido lixiviado.

En primer lugar se calcula la evaporación total producida para ambas bandejas utilizadas en el presente escenario, es decir, para la bandeja N°1 o la bandeja con el sistema de riego por goteo incorporado y para la bandeja N°2 o la bandeja en situación estanca simulando la situación actual de las bandejas de evaporación al interior del RSSP.

6.5.1. Cálculo de la Evaporación Total y de Tasas de Evaporación por Bandeja de Experimentación a partir de Datos Tomados en Terreno

Para el cálculo de la evaporación total durante el tiempo de estudio (desde el 16 de Abril hasta el 26 de Abril, debido a la demora en la instalación experimental y al comienzo de precipitaciones) para el presente experimento, se obtiene el volumen evaporado a partir de la disminución en la altura de lixiviado observado en los hitos topográficos que se encuentran al interior de cada una

de las bandejas de experimentación y de la superficie expuesta de lixiviado que tiene cada una de las bandejas, luego, utilizando la ecuación (6.4), se obtiene lo siguiente:

Tabla 6.31
Evaporación total por bandeja de experimentación

Bandeja N°1, h_{prom}= 14 [cm]			Bandeja N°2, h_{prom}= 14 [cm]		
E [l]	δE [l]	A [m²]	E [l]	δE [l]	A [m²]
373	23	6,02	178	20	5,54

De la Tabla 6.31 se puede apreciar que a la misma altura de lixiviado pero con diferentes superficies de lixiviado, se tiene una evaporación mayor en el caso de la bandeja N°1 correspondiente al escenario de riego por goteo.

La tasa de evaporación debe ser la misma, dado que la altura de lixiviado es la misma para ambas bandejas y se encuentran expuestas a las mismas condiciones. El total evaporado a causa de diferencias en la superficie puede variar; sin embargo como se mencionó anteriormente la tasa de evaporación debe ser la misma, luego, si las tasas de evaporación no son las mismas significa que existe un factor que está ayudando a la evaporación del líquido, a continuación se presenta la tasa promedio en 10 días en la Tabla 6.32:

Tabla 6.32
Tasas de evaporación promedio

Bandeja N°1 E [mm/d]	Bandeja N°2 E [mm/d]
6,20	3,22

De la Tabla 6.32 se puede apreciar que existe un factor que incrementa la evaporación ya que la tasa de evaporación promedio en la bandeja N°1 (escenario con goteros) es aproximadamente el doble de la tasa de evaporación de la bandeja N°2 (escenario estanco), lo anterior se explica por la superficie extra para evaporar, ya que el líquido escurre por dicha superficie con pequeña altura de lixiviado y por el aporte que entrega la geomembrana al calentarse por acción de la temperatura. Para observar con mayor detalle lo sucedido día a día se obtienen las tasas de evaporación usando la ecuación (6.5) en donde se puede apreciar la tasa de evaporación independiente de la superficie para evaporar.

A continuación en la Tabla 6.33 se presentan las tasas de evaporación diarias junto al porcentaje de aumento de la bandeja de experimentación N°1 con respecto a la bandeja de experimentación N°2:

Tabla 6.33
Tasas de evaporación diarias

Fecha	Bandeja N°1 E [mm/d]	Bandeja N°1 δE [mm/d]	Bandeja N°2 E [mm/d]	Bandeja N°2 δE [mm/d]	Aumento [%]
16 Abr - 18 Abr	5,86	0,91	3,41	0,77	72
18 Abr - 19 Abr	10,05	1,59	4,54	1,60	121
19 Abr - 20 Abr	10,07	1,59	5,56	1,60	81
20 Abr - 23 Abr	4,33	0,49	2,46	0,49	76
23 Abr- 25 Abr	3,60	0,56	2,27	0,40	58
25 Abr - 26 Abr	5,37	1,53	3,24	1,53	66

En la Tabla 6.33 se puede apreciar que la dispersión en los datos es grande; sin embargo, se aprecia que existe un porcentaje de aumento de al menos 60 [%] en la evaporación de la bandeja que utiliza el sistema de riego por goteo por sobre la bandeja en situación estanca, y un aumento de máximo 120 [%] en la bandeja con goteros con respecto a la bandeja en situación estanca. Luego para tomar un escenario pesimista, se considera que el aumento de la evaporación a causa del sistema de goteros es de un 60 [%] y en un escenario optimista el aumento en la evaporación es de 120 [%].

En la Tabla 5.2 se aprecia que la superficie extra entregada por las laderas de la bandeja de experimentación es de 3,26 [m²] el cual corresponde aproximadamente a la mitad de las superficie expuesta para evaporar, luego durante los días de baja temperatura el aporte extra de la evaporación fue otorgado por la superficie extra, sin embargo los días de altas temperaturas la geomembrana absorbe calor lo cual colabora con el proceso de evaporación y se observa un porcentaje de aumento mayor con respecto a la situación estanca.

Dado que el presente experimento fue realizado fuera del periodo de evaporación en el cual se registran temperaturas menores a las temperaturas registradas durante el periodo de evaporación dicho factor de aumento no se logra apreciar, sin embargo, dicho efecto existe.

Se considera entonces un aumento dentro del rango 60 - 120 [%] por sobre lo evaporado en situación estanca, por otro lado dado que a partir de la información que se tiene, no es posible concluir acerca del aporte a la evaporación de la superficie extra y del calentamiento de la geomembrana si no que se tiene un aumento de la evaporación total considerando ambos factores a partir de dicho aumento, no es posible concluir acerca del aumento de la evaporación a causa de estos factores por separado. Por lo anterior el porcentaje de aumento se encuentra relacionado con la superficie extra.

De información directa del RSSP se conoce la distancia inclinada de los taludes de las cinco bandejas de evaporación existentes y las dimensiones de las mismas, por lo que es posible obtener la superficie extra total, la cual corresponde a la superficie extra a utilizar por donde escurriría el lixiviado al utilizar el escenario con riego por goteo.

A continuación se puede apreciar la superficie extra para evaporar en la Tabla 6.34:

Tabla 6.34
Superficie extra aportada por los taludes de bandejas de evaporación

Bandejas	Superficie [m²]
B1	2.476
B2	2.023
B3	1.890
B4	2.056
B5	1.330
Total	9.775

De la experiencia en terreno se pudo apreciar que a causa de las arrugas producidas en la geomembrana sólo aproximadamente un 30% de la superficie extra es superficie efectiva por donde escurre lixiviado. Luego para obtener la evaporación extra a causa de utilizar el sistema de goteros se considera lo siguiente:

- La Superficie extra dado por el talud de la bandeja de experimentación es de 3,26 [m²], lo cual corresponde a un 54 [%] de la superficie libre de la bandeja.
- Al tener un 54 [%] extra de superficie se tiene un aumento en la evaporación de un 60 – 120 [%].
- La superficie extra entregada por los taludes de las bandejas de evaporación corresponde a un 10,3 [%] de la superficie total para evaporar, la cual es en promedio 2,85 [ha].
- A causa de la superficie extra en bandejas de evaporación se tiene que el aumento en la evaporación mediante proporcionalidad se encuentra dentro del rango de 11,44 – 23 [%].

Utilizando dicho aumento en la evaporación tanto del escenario pesimista como optimista, y considerando además que las bandejas de evaporación se mantienen a la altura óptima de evaporación la cual se sugiere de 14 [cm] se tiene para el periodo estival lo siguiente:

Tabla 6.35
Evaporación a lo largo periodo estival considerando lixiviado a 14 [cm] y escenario pesimista de riego por goteo

[m3]	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Suma
Piscinas	2.141	2.522	2.949	2.799	2.313	1.865	14.590
Bandejas	5.149	6.437	7.691	7.572	6.556	5.619	39.024
Total	7.290	8.959	10.640	10.372	8.869	7.484	53.613

En la Tabla 6.35 se aprecia que se consigue un aumento del 20 [%] por sobre el escenario actual y un aumento del 8 [%] por sobre el escenario en el que sólo se mantienen las bandejas a una altura de 14 [cm] de lixiviado.

Tabla 6.36
Evaporación a lo largo periodo estival considerando lixiviado a 14 [cm] y escenario optimista de riego por goteo

[m3]	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Suma
Piscinas	2.141	2.522	2.949	2.799	2.313	1.865	14.590
Bandejas	5.683	7.105	8.489	8.358	7.236	6.202	43.072
Total	7.824	9.627	11.437	11.157	9.549	8.067	57.662

En la Tabla 6.36 se aprecia que se consigue un aumento del 29 [%] por sobre el escenario actual y un aumento del 16 [%] por sobre el escenario en el que sólo se mantienen las bandejas a una altura de 14 [cm] de lixiviado.

Luego, modelando la situación a futuro de igual manera como fue realizado para el primer experimento, efecto de la altura del líquido sobre la evaporación, es posible reducir el tratamiento externo, si se mantiene la generación de lixiviado constante, asumiendo el escenario pesimista, en un 40 [%], lo cual significa un ahorro de 2.419 [UF/año]. Por otro lado asumiendo un escenario optimista y que se mantiene constante la generación de lixiviado, se tiene que se puede reducir el tratamiento externo en un 60 [%], lo cual es un ahorro de 3.629[UF/año].

Asumiendo que el aumento de lixiviado al año 2033 es proporcional durante los años, para el escenario pesimista se puede reducir el tratamiento externo en un 40%, sin embargo es necesario aumentar la superficie para evaporar en 1,9 [ha] para el año 2019 y para el caso de mantener el tratamiento externo en 1800 [m³/mes], es necesario aumentar las [ha] destinadas a evaporación en 1,2 [ha]. Para el caso optimista se puede reducir el tratamiento externo en un 60 [%]; sin embargo, es necesario aumentar la superficie para evaporar en bandejas en 1,8 [ha]. Si se mantiene el tratamiento externo en 1800 [m³/mes] a lo largo de los años, es necesario aumentar la cantidad de [ha] para evaporación en 0,8 [ha].

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se presentan las conclusiones obtenidas para cada uno de los experimentos evaluados y se proponen recomendaciones con la finalidad de ser aplicadas al sistema actual de manera de optimizar la evaporación.

7.1. Conclusiones y Recomendaciones de las Tasas de Evaporación Obtenidas Mediante Información Meteorológica

7.1.1. Conclusiones

Los métodos utilizados para la obtención de tasas de evaporación tales como: método de balance de energía, método aerodinámico y método combinado, tienen como principal suposición que no hay cambios significativos a lo largo de tiempo en el almacenamiento de calor en la masa de líquido, razón por la cual, las tasas de evaporación obtenidas mediante dichos métodos son representativas de la evaporación producida en las piscinas de almacenamiento, las cuáles dado que poseen líquido a mayor profundidad, permiten que exista un intercambio de temperatura entre el líquido de la superficie y el del fondo, lo cual evita una acumulación de calor.

Por otro lado se puede apreciar que a causa de la variación de los parámetros meteorológicos necesarios para el cálculo de dichas tasas, es necesario tomar como valor representativo el

promedio observado durante dicho mes, ya que los valores diarios poseen gran dispersión y el promedio mensual representa de buena manera lo sucedido.

Se utilizó el valor de la tasa de evaporación que entrega el método combinado. Las tasas obtenidas mediante dicho método poseen una distribución temporal de acuerdo a lo esperado, y presentan grandes similitudes con tasas de evaporación estimadas para el mismo sector en trabajos anteriores; sin embargo, dichas tasas en algunos meses, no representan de buena manera lo sucedido durante el periodo estival con el cual se trabajó. La razón de dichas diferencias se puede explicar debido a la presencia en algunas bandejas, de una costra sobre el lixiviado, la cual al cubrir parte de las mismas disminuye la evaporación total.

Con respecto al análisis de las variables meteorológicas promedio horarias para cada mes, se pudo apreciar que la evaporación a lo largo del día posee tres etapas, la primera corresponde a evaporación ascendente, la segunda corresponde a evaporación máxima y por último la tercera corresponde a evaporación descendente. Dichas etapas tienen diferente duración de acuerdo al mes:

- Para el mes de Octubre, el primer mes dentro del periodo de evaporación, se puede apreciar que la evaporación ascendente se encuentra comprendida entre las 6:00 a.m. y las 12:00 p.m., luego la evaporación máxima se encuentra comprendida entre las 12:00 p.m. hasta las 3:00 p.m. y por último la evaporación descendente se encuentra comprendido entre las 3:00 p.m. hasta las 7:00 p.m.
De las 7:00 p.m. en adelante no se registran valores de radiación solar incidente razón por la cual no existe aporte de energía para la evaporación; sin embargo, la velocidad del viento en dicho intervalo de tiempo es mayor por lo que de existir evaporación se ve gobernada por la velocidad del viento y por la energía almacenada en el sistema, siendo dicha evaporación mínima.
- Durante los meses de Noviembre, Diciembre y Enero se aprecia que la evaporación ascendente se encuentra comprendida entre las 5:00 a.m. y las 11:00 a.m., ya que se registran valores de radiación solar incidente desde las 5 a.m., lo cual es una hora antes que para el caso del mes anterior. La evaporación máxima se encuentra comprendida entre las 11:00 a.m. y las 4:00 p.m. para dar paso a la evaporación descendente desde las 4:00 p.m. hasta las 8:00 p.m. Por lo que en el presente mes existen 2 [hr] más de evaporación con respecto al mes anterior.
- Durante los meses de Febrero y Marzo la radiación incidente comienza a tener valores mayores a cero a las 6:00 a.m. por lo que se considera la etapa de evaporación ascendente desde esa hora hasta las 11:30 a.m. – 12:00 p.m., la evaporación máxima se registra hasta las 4:00 p.m. y por último el periodo de evaporación descendente se alcanza hasta aproximadamente las 8:00 p.m.

7.1.2. Recomendaciones

A partir del análisis realizado se recomienda que el sistema de bandejas y piscinas debe encontrarse en condiciones óptimas para la evaporación, es decir, debe estar limpio de lodos ya que de dicha manera se evita la existencia de líquido denso y de costras sobre la superficie que eviten la evaporación. De esta manera se puede evaporar la totalidad de la evaporación potencial

para cada mes. Se recomienda que a principios de Abril, luego de terminado el periodo de evaporación, se limpien completamente las bandejas dejándolas sin lodos.

Por otro lado es de suma importancia que los caminos por donde circulan camiones hacia el interior del relleno se encuentren preparados para el tránsito de los mismos, evitando el levantamiento de material particulado, el cual por acción del viento puede ser depositado al interior de las bandejas y piscinas contribuyendo a la formación de costras que evitan la evaporación de lixiviado, debido a lo anterior se recomienda mantener los caminos húmedos o pavimentados.

De acuerdo al análisis horario de las variables meteorológicas, se recomienda que la recarga de las bandejas sea realizada durante el periodo de evaporación descendente ya que de dicha manera se evita el enfriamiento del líquido a causa de mezclarse con lixiviado fresco que se encuentra a menor temperatura y se evita alterar el sistema.

Además se recomienda para estimaciones de la evaporación, la utilización del método combinado.

7.2. Conclusiones y Recomendaciones del Primer Experimento: Efecto de la Altura de Líquido Sobre la Evaporación

7.2.1. Conclusiones

Mediante el análisis de los datos realizados para el presente experimento, se pudo apreciar que a menor profundidad de lixiviado se tiene mayor evaporación en bandejas, obteniendo tasas de evaporación por sobre la tasa estimada mediante el método combinado.

Usando los datos medidos en terreno se pudo apreciar que a una profundidad de 28 [cm], la evaporación producida en bandejas de experimentación es igual a la evaporación estimada mediante cálculos meteorológicos. Por lo que se puede estimar que al mantener las piscinas de evaporación a alturas de lixiviado mayores o iguales a 28 [cm] estas se comportan como piscinas de almacenamiento evaporando a la tasa estimada mediante meteorología, por lo que para que las bandejas de evaporación realmente cumplan su rol y presenten mayor eficiencia al momento de evaporar, éstas deben ser llenadas a alturas de lixiviado inferiores a 28 [cm].

Con respecto al análisis de las tasas de evaporación en las bandejas de experimentación para alturas inferiores a 28 [cm], se observó de acuerdo a los datos obtenidos en terreno que el mejor ajuste es del tipo potencial, con lo cual se lograron identificar las tasas de evaporación promedio para distintas alturas de lixiviado.

Utilizando el ajuste de tipo potencial y las tasas de evaporación obtenidas mediante el método combinado para cada mes, se obtuvo un porcentaje de aumento en la evaporación, por sobre la tasa meteorológica dada la altura de lixiviado. Se apreció que el porcentaje de aumento de evaporación a una altura inferior a 28 [cm] con respecto a la tasa de evaporación mediante el método combinado, se mantiene constante para cada altura de líquido, lo cual fue medido en terreno durante el mes de Febrero y corroborado con los datos disponibles del mes de Enero. Con lo anterior, es posible extrapolar la evaporación a distintas alturas de lixiviado para la totalidad de los meses comprendidos en el periodo estival. Mediante dicho procedimiento se pudo apreciar que al mantener las bandejas a 14 [cm] de altura de lixiviado se comienzan a apreciar aumentos

en la evaporación significativos, valor que corresponde a un aumento del 11 [%] en evaporación relativo al escenario actual en bandejas de evaporación, lo que se traduce en un ahorro de costos de envío y tratamiento de lixiviados a plantas de tratamiento de aguas servidas de un 24 [%], lo cual se traduce en al menos un ahorro de 1.452 [UF/año].

Se aprecia además que dicho ahorro se mantiene en el tiempo si la tasa de generación de lixiviados se mantiene constante; sin embargo, cuando se libere la restricción en la recepción de residuos en el relleno sanitario y se comiencen a recibir mayores toneladas de basura, la generación de lixiviados aumentará por lo que el presente escenario no es suficiente a largo plazo, de acuerdo con las simulaciones realizadas si al 2033 se llega a una generación de lixiviado promedio de 300 [m³/d] se debería ampliar la superficie de evaporación en 2,2 [ha] al mantener las bandejas de evaporación a 14 [cm] de lixiviado para mantener el ahorro en tratamiento externo. Por otro lado, si se desea eliminar el tratamiento externo, manteniendo una altura constante en las bandejas de 14 [cm] se requiere hacia el 2033 una superficie extra de 3,3 [ha] para evaporación.

7.2.2. Recomendaciones

Se recomienda para lograr una mayor evaporación mantener las bandejas de evaporación a una altura de 14 [cm] y volver a recargar cuando éstas se encuentren con alturas de lixiviado cercanas a 5 [cm], de dicha manera se aprovechan totalmente las alturas de lixiviado en las cuales se aprecia mayor evaporación (Tabla 6.22). Por otro lado al mantener las bandejas a la altura de lixiviado mencionado, se recomienda disminuir el tratamiento externo en un 24% de manera de ahorrar los costos que ésta práctica involucra, mientras las tasas de generación de lixiviado no aumenten.

Se recomienda que la carga de lixiviado en las bandejas sea de una altura de 14 [cm], ya que si bien, se apreció que a alturas de lixiviado inferiores las tasas de evaporación son mayores, se necesitaría mayor recarga de los mismos y en consecuencia mayor consumo de energía eléctrica, luego de esta manera se minimiza el costo de energía eléctrica asociado a la recarga de los mismos. Además, al recargar las bandejas de evaporación cuando estas se encuentran con alturas de lixiviado inferiores a 5 [cm] se corre el riesgo de dejar capacidad ociosa en bandejas de evaporación.

Por otro lado, se recomienda llevar un monitoreo de las piscinas y bandejas más minucioso, es decir, llevar registro de la altura de lixiviado, y los ingresos y egresos de lixiviado tanto en bandejas como en piscinas de manera de poder cuantificar con mayor precisión la evaporación que se produce en piscinas de almacenamiento y en las bandejas de evaporación, se recomienda realizar registros diarios a primera hora de la mañana de la altura y volumen de líquido en las piscinas de almacenamiento y en las bandejas de evaporación. Se debe llevar monitoreo de cada vez que se realicen recargas o descargas de líquido de cada una de estas unidades, indicando que cantidad de lixiviado fue extraído y desde donde y hacia donde fue llevado, de esta manera el RSSP contará con la información suficiente para analizar el comportamiento de las bandejas de evaporación la altura a la que se mantengan estas y se contará con mayor información para trabajos futuros.

7.3. Conclusiones y Recomendaciones del Segundo Experimento: Efecto de un Sistema de Rebalse entre Bandejas sobre la Evaporación

7.3.1. Conclusiones

En primer lugar, la operación del presente sistema arrojó muchos problemas. El principal problema consistió en la dilatación de la geomembrana de HDPE lo cual impide el paso de lixiviado, impidiendo el rebalse de bandeja en bandeja. Para mejorar el rendimiento del nuevo sistema aplicado, se implementaron placas de HDPE de mayor espesor que la geomembrana, con lo cual se esperaba disminuir las arrugas y lograr que el lixiviado escurra sobre los pretiles y caiga al interior de las bandejas de experimentación; sin embargo, dicho procedimiento no fue eficiente y fue necesario implementar bloques de hormigón de manera de mantener la placa paralela al suelo.

Los bloques de hormigón no resultaron ser una solución buena ya que los bloques debían ser cambiados de lugar constantemente a causa de que se levantaba la placa en los lugares donde no había bloques de hormigón. Por otro lado, el caudal de entrada al sistema debía cambiar constantemente ya que para lograr amortiguar el levantamiento de la placa se debía tener un gran caudal circulando de manera de enfriar las placas.

Debido a lo anterior la realización de un sistema de rebalse entre bandejas en las bandejas de evaporación existentes no es factible ya que se necesitaría cambiar el material que recubre las bandejas de experimentación por uno más rígido que no sufra grandes dilataciones frente a las altas temperaturas. En el caso de no cambiar el material que recubre las bandejas de evaporación, se necesitaría una gran cantidad de personal disponible a lo largo del día para implementar bloques de hormigón o pesos para mantener la geomembrana sin arrugas.

Del análisis de las mediciones efectuadas en terreno se pudo apreciar que el rendimiento en la evaporación del presente experimento es inferior al caso estanco, es decir al caso actual del RSSP. Lo anterior se debe a un constante enfriamiento del lixiviado al interior de las bandejas, ya que el lixiviado no alcanza la temperatura necesaria para evaporar y no contribuye en una metodología que permite aumentar la evaporación en bandejas.

7.3.2. Recomendaciones

A causa del mal rendimiento apreciado en el presente escenario se recomienda no implementar el presente sistema en las bandejas de evaporación.

Por otro lado, a causa de lo observado se recomienda no cargar las bandejas de evaporación con lixiviado durante las horas de máxima evaporación ya que el fracaso del presente sistema se puede atribuir a la mezcla de lixiviado almacenado, (por lo que presenta menor temperatura), con lixiviado expuesto a las condiciones climatológicas del lugar, lo cual no permite que el lixiviado alcance la temperatura necesaria para lograr los resultados deseados de evaporación.

7.4. Conclusiones y Recomendaciones del Tercer Experimento: Efecto de un Sistema de Riego por Goteo sobre la Evaporación

7.4.1. Conclusiones

Mediante el análisis realizado de los datos tomados en terreno para el presente experimento, se puede concluir que el presente experimento resulta ser muy favorable ya que se puede apreciar un aumento en la evaporación de al menos un 60 [%] y hasta un 120 [%] en la instalación experimental.

Si bien, de acuerdo a lo evaluado en el presente experimento, no es posible atribuir un porcentaje de aumento a la superficie extra, la inclinación de la misma o al calentamiento que sufre la geomembrana, se utilizó dicho rango para estimar la evaporación de acuerdo a la superficie extra que otorgan los taludes de las bandejas de evaporación. De dicha manera el porcentaje de aumento en la evaporación en bandejas se vio reducido a 11 – 23 [%], ya que la superficie en taludes de las bandejas de evaporación existentes es considerablemente menor a la superficie misma de las bandejas.

Al combinar los efectos beneficiosos a la evaporación como la altura de lixiviado y la implementación de goteros en las bandejas, se logra reducir el tratamiento externo de lixiviado en al menos un 40 [%] para las tasas de generación de lixiviados actuales; sin embargo, la implementación de ambos experimentos, no logra dar tratamiento a la generación de lixiviado estimado para el año 2033 y es necesario aumentar la superficie destinada para evaporación.

Como se mencionó en el capítulo 6, dado que el rango de aumento debido a los taludes de las bandejas de evaporación se encuentra dentro de un rango, se estimaron dos escenarios, el primer escenario es pesimista en el cual el aumento es del 11 [%] y el segundo escenario es optimista, en el cual el aumento en la evaporación es de un 23 [%].

Para el escenario pesimista se tiene que es posible disminuir el tratamiento externo en al menos 40 [%]; sin embargo, para mantener dicho ahorro frente al aumento de generación de lixiviados es necesario aumentar la superficie de evaporación en aproximadamente 1,9 [ha]. Por otro lado si no se aplica dicha disminución en tratamiento externo, la superficie extra para evaporar hacia el año 2033 se estima de 1,2 [ha].

Para el escenario optimista se tiene que es posible disminuir el tratamiento externo en al menos 60 [%]; sin embargo, para mantener dicho ahorro frente al aumento de generación de lixiviados es necesario aumentar la superficie de evaporación en 1,8 [ha]. Sin disminuir el tratamiento externo, los requerimientos de superficie extra para evaporar son de 0,8 [ha].

7.4.2. Recomendaciones

Debido a los buenos resultados que se apreciaron en las bandejas de experimentación se recomienda seguir estudiando dicha tecnología, de manera de poder identificar el aumento en la evaporación dada por los dos factores involucrados en el presente escenario, los cuales son el aumento de la temperatura en la geomembrana, el aumento de superficie y la inclinación de la superficie.

Se recomienda estudiar el presente experimento durante los meses pertenecientes al periodo estival, ya que corresponden a los meses que poseen altas temperaturas, de esta manera el aporte entregado por el efecto de la temperatura que alcanza la geomembrana se podrá apreciar de mejor manera y se espera apreciar mejores resultados en la evaporación.

Por otro lado, se recomienda aumentar la superficie en taludes de las bandejas de evaporación ya que, como se observó en las bandejas de experimentación, al tener una superficie extra, otorgado por los taludes de las bandejas de aproximadamente la mitad de la superficie al interior de la bandeja de evaporación, se logran muy buenos resultados. Por lo que a mayor superficie en el talud mayor será la evaporación ya que como se pudo apreciar en las bandejas de experimentación, la bandeja que poseía los goteros tubo eficiencias de hasta 120% con respecto a la bandeja sin dicha tecnología por lo que la superficie para evaporar en taludes es más eficiente que la superficie misma de la bandeja.

7.5. Conclusiones Generales

El tratamiento de lixiviado al interior de los rellenos sanitarios es un problema que debe ser atacado, ya que el lixiviado es un líquido altamente contaminado que no puede ser arrojado a cursos de agua. La alternativa más económica en la actualidad para los rellenos sanitarios que cuentan con condiciones climatológicas favorables, corresponde a la evaporación natural de estos mismos. El RSSP cuenta con condiciones favorables para la evaporación por lo que debe ser aprovechado dicho sistema de manejo de lixiviados.

Del análisis de los resultados se pudo apreciar que la mejor manera de optimizar el sistema corresponde a la acción conjunta del primer experimento con el tercer experimento, es decir, corresponde a mantener las bandejas de evaporación a la altura óptima de evaporación, la cual, se estimó en 14 [cm] ayudado por un sistema de goteros que bordea las bandejas de evaporación, de esta manera se aumenta la eficiencia del proceso en aproximadamente un 29%. Dicho porcentaje puede aumentar aún más al modificar las bandejas de evaporación aumentando el talud en ellas, de manera que el lixiviado que escurre por las laderas tenga una mayor superficie.

Por otro lado, se debe mencionar que el presente trabajo representa un primer acercamiento para lograr la evaporación natural de lixiviados de manera óptima. Se recomienda seguir investigando de manera más minuciosa los escenarios planteados, principalmente el escenario de riego por goteo ya que al ser medido en un periodo fuera del periodo de evaporación, no fue posible apreciar los efectos de la temperatura de la geomembrana. Se debe mencionar además que el sistema de evaporación natural de lixiviados es posible de ser optimizado, manteniendo las bandejas en buen estado, es decir, limpias, libres de lodos e implementando pequeñas modificaciones sin incurrir en grandes costos.

Finalmente, se observó que al aumentar la cantidad de residuos que ingresa en el relleno, los escenarios anteriormente descritos no son suficientes para el tratamiento de lixiviados y es necesario aumentar las hectáreas disponibles para evaporar. Del primer escenario planteado para las bandejas de evaporación, se recomendó la implementación de bandejas de evaporación de carácter temporal, lo cual representa ser una buena solución para aumentar la cantidad de superficie disponible para evaporar, ya que serían implementadas durante el periodo estival el cual presenta ausencia de precipitaciones por lo que no se generaría más lixiviado (ya que no habría mezcla de aguas lluvias con lixiviado) y se implementarían siguiendo las recomendaciones dadas para la altura de lixiviado, logrando resultados por sobre las tasas de evaporación estimadas

mediante meteorología. Además, a causa de la necesidad de mejorar el sistema de manejo de lixiviados, se recomienda aprovechar la existencia de biogás en el relleno sanitario para la implementación de evaporación forzada, así como la recirculación de los mismos al interior de la masa de residuos. Luego la acción conjunta de evaporación natural más evaporación forzada y la recirculación puede ser una buena ayuda en el manejo de lixiviados en el futuro; sin embargo, dicha eficiencia debe ser estudiada.

Referencias

1. Camapos Aranda, Daniel Fco. Procesos del ciclo hidrológico. 1998. Universidad Autónoma San Luis de Potosí Facultad de ingeniería. pp. 7-3.
2. Chow, V.T., D. Maidment, y L. Mays. 1994. Hidrología Aplicada. Mc Graw Hill.
3. D.S N°189. Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básica en los rellenos sanitarios. Ministerio de Salud, Santiago, Chile, Agosto 2005. Pp. 3-4.
4. Estudio FAO riego y drenaje 56. [online]. http://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=YJgvtETfEnAC&oi=fnd&pg=PA1&dq=estudio+fao+riego+v+drenaje+N%C2%B0+56&ots=u4rwo9Ix9&sig=0llZ6C8er6yRU60KkRbeSuzi_FM#v=onepage&q=estudio%20fao%20riego%20y%20drenaje%20N%C2%B0%2056&f=false.
5. Met One Instruments. [online]. <http://www.metone.com/meteorology.php>.
6. Municipalidad de Maipú. 2012. [online]. <http://www.municipalidadmaipu.cl/wp-content/uploads/2012/10/03-capitulo2-Atlas-Comunal-Maipu-2012.pdf>.
7. Nania, Leonardo S. Apuntes de Clase: La cuenca y los Procesos Hidrológicos. 2002-03.
8. Proactiva servicios urbanos. Solicitud de pronunciamiento de pertinencia de someter al SEIA la introducción de cambios al proyecto. 2011, Santiago, Chile.
9. Servicio de Impuestos Internos. Base de datos. 2005 - 2012. [online]. <http://www.sii.cl/pagina/valores/uf/uf2012.htm>.
10. Universidad de Chile. Departamento de Ingeniería Civil. División de Recursos Hídricos y Medio Ambiente. Adaptación de la operación del sistema de manejo de lixiviados relleno sanitario Santiago Poniente. Santiago, 2004.

ANEXO A

A. Variables meteorológicas para la estimación de tasas de evaporación

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A.1 Velocidad del viento [m/s]	84
Tabla A.2 Temperatura ambiente [°C]	85
Tabla A.3 Radiación solar incidente [W/m ²].....	85
Tabla A.4 Humedad relativa [%].....	86
Tabla A.5 Velocidad del viento [m/s]	86
Tabla A.6 Temperatura ambiente [°C]	87
Tabla A.7 Radiación solar incidente [W/m ²].....	87
Tabla A.8 Humedad relativa [%].....	88
Tabla A.9 Velocidad del viento [m/s]	88
Tabla A.10 Temperatura ambiente [°C]	89
Tabla A.11 Radiación solar incidente [W/m ²].....	89
Tabla A.12 Humedad relativa [%].....	90
Tabla A.13 Velocidad del viento [m/s]	90
Tabla A.14 Temperatura Ambiente [°C]	91
Tabla A.15 Radiación solar incidente [W/m ²].....	91
Tabla A.16 Humedad relativa [%].....	92
Tabla A.17 Velocidad del viento [m/s]	92
Tabla A.18 Temperatura ambiente [°C]	93
Tabla A.19 Radiación solar incidente [W/m ²].....	93
Tabla A.20 Humedad relativa [%].....	94
Tabla A.21 Velocidad del viento [m/s]	94

Tabla A.22 Temperatura ambiente [°C]	95
Tabla A.23 Radiación solar incidente [W/m ²]......	95
Tabla A.24 Humedad relativa [%].....	96
Tabla A.25 Velocidad del viento [m/s]	96
Tabla A.26 Temperatura ambiente [°C]	97
Tabla A.27 Radiación solar incidente [W/m ²]......	97
Tabla A.28 Humedad relativa [%].....	98
Tabla A.29 Velocidad del viento [m/s]	99
Tabla A.30 Temperatura ambiente [°C]	99
Tabla A.31 Radiación solar incidente.....	100
Tabla A.32 Humedad relativa [%].....	100
Tabla A.33 Velocidad del viento [m/s]	101
Tabla A.34 Temperatura ambiente [°C]	101
Tabla A.35 Radiación solar incidente [W/m ²]......	102
Tabla A.36 Humedad relativa [%].....	102
Tabla A.37 Velocidad del viento [m/s]	103
Tabla A.38 Temperatura ambiente [°C]	104
Tabla A.39 Radiación solar incidente [W/m ²]......	104
Tabla A.40 Humedad relativa [%].....	105
Tabla A.41 Velocidad del viento [m/s]	105
Tabla A.42 Temperatura ambiente [°C]	106
Tabla A.43 Radiación solar incidente [W/m ²]......	106
Tabla A.44 Humedad relativa [%].....	107
Tabla A.45 Velocidad del viento [m/s]	107

Tabla A.46 Temperatura ambiente [°C] 108

Tabla A.47 Radiación solar incidente [W/m²]..... 108

Tabla A.48 Humedad relativa [%]..... 109

Enero

Tabla A.1
Velocidad del viento [m/s]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1,5	0,5	1,7	0,9	1,2	0,8	0,8	1,2	2,2	4,3	5,2	4,9	5,3	6,6	6,1	5,1	5	5,8	4,8	3,1	2,6	2,5	2,4	1,3
2	0,6	0,4	0,6	0,9	0,4	0,4	0,5	1,3	3,4	4,1	4,2	4,4	4,4	4,5	4,8	6,2	6,5	6,2	6,7	5,4	3,9	4	2,7	1,4
3	1	0,6	0,4	0,5	0,6	0,4	0,7	0,9	2,3	4,1	4,7	5,8	5,9	6,7	6,9	6,7	6	6	5,9	4,5	4,2	4,5	3,1	2,5
4	0,7	0,5	0,6	0,4	0,4	0,5	0,8	2	3,3	3,8	4,8	5,8	5,9	5,6	6,4	7,1	6,9	6,4	5,1	4,5	4,5	4,2	3,1	2,6
5	2	1,3	3,1	3,3	2,8	1,6	2,1	2,1	2,6	4,7	-1	5,6	5,8	6,3	5,9	6,5	7,2	5,6	3,6	5,3	3,6	3,9	1,3	1,4
6	3,8	3,4	3,1	2,6	0,6	0,4	0,4	1,7	3,4	4,8	4,9	5,1	5,2	5,1	5,4	6	5,4	4,9	3,9	3,3	3,5	4	3,7	1,6
7	1,6	4	3,6	3,2	3,1	2	2,5	2,3	3,3	4,2	3,4	4,1	4,9	4,8	5	5,3	5,2	6,2	6	6,1	5,4	5,2	3,5	1,2
8	0,6	2,6	1,8	1,2	0,4	0,4	0,4	0,7	1,3	2	2,8	3,4	4,6	4,2	4,6	4,9	5,5	6,5	6	6,6	6,3	3,6	2,7	1
9	1,2	1,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	1,1	2	3,3	3,5	4,3	4,4	4,6	5,1	5,2	5,9	6,9	6,1	5,5	5,7	4,8	3,7	3,6
10	3,9	2,5	1,5	0,7	0,8	0,7	1,9	2,5	2,4	3,1	3,8	3,9	3,7	4,2	3,9	4,4	4,1	4,6	5,6	6,7	6,5	4,5	3,5	3,1
11	2	0,8	0,4	0,4	0,4	0,7	0,8	2,4	2,4	3	3,1	3,6	3,2	3,1	2,9	3,2	3,8	3,9	4,2	4,6	3,7	3,4	1,2	0,5
12	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,4	3,1	4,6	5,1	4,6	4,6	5,3	6,6	5,8	5,4	5,2	4,2	5	3,9	3,2	2,8
13	2	2,7	1,9	2,4	2,8	2,6	2,3	3,6	4,6	4,8	4,7	5,7	5,1	6,6	6,7	6,6	6,7	6,7	5,5	4,6	4,7	4,6	3,6	3,2
14	2,8	2,5	2,5	2,6	2,3	2,6	2,7	3,4	3,7	4,8	5,7	5,8	6,5	6,6	7,1	7	6,7	5,8	4	3,7	3,6	3,5	3,5	2,7
15	3,1	3,5	2,1	0,6	0,4	0,4	0,5	1,3	3,3	4	5,5	5,6	5,9	6,1	6,4	6,6	6,3	5,3	5,6	4,3	4,9	4,8	3,8	3,5
16	2,8	1,9	0,9	1	1,4	1,5	2,2	3,7	3,4	3,9	5,3	5,3	5,3	4,9	4,8	5	5,3	5,2	5,3	6	4,6	4,4	4	2,9
17	1,9	1,5	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	1,2	2,2	3	3,2	3,6	3,8	4,3	4,1	3,7	4,7	5,7	4,9	2,6	2,7	3,3
18	1	0,6	0,4	0,4	0,6	0,6	0,5	1,1	1,8	3	4,3	4,5	4,6	4,4	5,1	5,9	7,4	8,2	8,9	6,2	5,8	4,8	3,9	3
19	2,5	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	2,2	3,6	4,4	5,7	6,5	6,9	6,3	6,5	6,9	6	5,1	6	5,9	4,9	3,8	3
20	2,2	0,6	0,4	0,4	1,8	1,2	2,2	3,5	3,9	5,1	6	6,1	6,6	6,9	6,7	6,2	6,3	5,7	6	3,8	2,5	3,5	3,1	3,1
21	1,9	2,4	1,4	0,7	0,6	0,5	0,4	1,3	3,3	5,7	6,5	5,7	6,4	6,4	5,9	5,2	4,8	4,7	4,6	4,3	4,7	4	3,6	2,2
22	2,8	1,3	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	1,3	3,6	4,6	4,6	4,6	5,4	6,2	5,1	5,7	6,4	6,2	6,6	6,1	5,1	4,7	3,3
23	1,4	1,6	1,3	0,8	1,2	1,1	2,5	2,2	2,1	2,9	2,9	2,4	3,4	3,4	4	4,4	4,9	5	5,4	5,7	4,8	3,8	2,4	2,4
24	1,4	0,7	0,8	0,8	0,6	1,2	0,6	1	0,6	1,9	2,6	3,4	3,2	3,1	3	3,5	4,3	4,3	5,3	6	6,7	5,4	2,7	3,3
25	1,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	1,1	2,1	2,9	4,1	4,5	4,4	4,4	5,1	6,3	7	7,3	7,2	6,2	5,2	2,8	2,7
26	1	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,7	2,1	4	5,6	5,3	6,6	7	8	7,5	6,6	5,6	4,3	5,5	4,7	3,7	2,1	0,5
27	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	1,7	2,3	3,3	4	5,7	5,4	5,4	6,4	6,3	6,7	7,1	6,5	6	4,7	5,1	4,1	3
28	1,8	0,7	0,5	0,5	0,4	0,6	0,4	0,5	0,7	2	3,6	4,7	4,5	4,3	4,6	4,8	5,3	6,5	7,4	6,4	6,5	5	3,3	2,5
29	1,5	0,7	0,6	1	0,4	0,4	0,5	0,8	2,2	3,1	3	3,6	4	4,1	4,8	5,5	5,7	6,8	7,2	6,5	5,1	3,7	1,1	1,9
30	2,6	1,7	0,4	0,5	1,1	0,6	1,6	1,5	2	2,7	4,3	4,7	5,2	4,4	4,6	4,9	5,1	6,2	5,9	6,9	7,6	5,3	3,1	1,1
31	0,6	0,5	0,4	0,8	0,8	0,8	1,3	1,7	1,2	2,1	2,5	3,6	3,7	3,4	3,8	4,3	4,5	5,2	6,8	6,9	5,5	3,1	3,9	3

Tabla A.2
Temperatura ambiente [°C]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	15,7	14,5	13,8	13,4	12,7	12,9	12,7	14,4	17,1	20,1	22,4	24,3	25,9	27,7	28,3	27,8	27,5	25,8	24,9	22,9	21,6	20,9	19,5	16,7
2	17,6	16,7	16,7	15,6	15	14,9	15	18,4	20,6	22,2	25	27,7	30,7	30,8	32,1	32,1	31,9	30,4	28,6	26,3	24	23	21,2	18,2
3	18	17,6	17	16,5	16	15,6	14,6	17,9	19,9	22,5	25,4	27,1	28,3	28,7	29	29,8	29,3	28,9	27	24,5	23,3	21	18,2	19,4
4	16,1	15,5	14,5	13,3	12,8	11,7	12,1	12,7	13,3	17,5	22,7	26,2	27	28,7	29	29	29,2	27,7	26,6	24,7	22,3	20,6	18,3	17,4
5	15,8	14,9	14	13,4	13,1	13,2	13,4	13,7	14,5	17,1	20,4	22,7	24,1	25,7	26,7	26,9	25,9	24,2	23,5	22,1	19,9	18,6	17	17,1
6	15,2	14,6	14	13,6	13,3	12,9	13,1	14,8	16,3	18,9	20,2	21,7	22,6	24,7	25	26,3	24,4	24,7	24,3	22,1	20,3	19,1	17,4	15,8
7	15,3	14,7	14	13,4	13	13	14,2	14,6	15,2	16,1	17,6	20,6	22,6	24,8	25,6	27	27,4	24,8	23,4	21,8	19,6	18,4	16,7	16,2
8	14,6	14,1	14,1	13,1	12,4	12,8	12	15,7	18,9	20,9	23,2	26	26,1	27,1	28,2	28,1	27,2	26,4	24,2	22,5	19,5	18,6	17,8	16,3
9	15,7	14,9	14,5	13,2	13,2	12,3	13,7	15,3	18,8	21,3	22,6	24,8	26,3	27	26,9	27,2	26,1	24,8	23,6	21,4	19,7	19	18	16,5
10	16,7	15,9	16	16,3	15,6	15,8	15,6	17,4	18,6	20,9	22	24	25,2	26,3	26,9	28,4	28	27,3	26	23,5	20,9	19,7	18,7	17,1
11	16,1	15,5	14,5	13,6	12,8	12,5	11,7	15,2	18,3	20,9	22,7	24,6	26,3	28,6	30	30,9	31,6	31,1	29,5	27,3	24,5	23,3	20,4	17,7
12	19	17,4	16,4	15,6	15,8	14,4	13,9	19,2	20,8	25,3	26,7	29,5	30,8	31,2	32,2	30,7	29,5	28,4	27,1	25	22,7	20,6	18,5	19,7
13	15,9	15,5	14,3	13,8	13,3	12,9	13,1	13,5	14,2	16,4	19,3	21,9	24,2	25,9	27,8	27,2	27,1	26,3	24,3	22,7	20,2	19	17,8	17,3
14	15,3	14,7	14,3	13,7	13,4	13,1	13,2	14	16	17,7	20,5	22,3	24,2	25	25,3	24,4	23,6	23,1	22,8	21,2	19,1	17,9	17,1	16,6
15	15,2	14,5	13,9	13,5	13,3	13,3	12,5	14,2	16,4	18,7	21,2	23,3	24,5	26,4	27,4	27	26,1	25,7	24,6	22,8	20,5	18,3	17,1	16
16	15,2	14,2	13,9	13,4	12,8	12,7	12,2	13,6	16,4	18,8	20,5	22,6	24	26,3	27,3	27,3	26,7	25,5	23,9	22,6	19,1	17,3	16,4	16,1
17	14,4	13,4	13,8	12,7	12,6	11,7	10,9	14,5	17,3	20,4	23,6	25,5	27,4	29,1	30,5	31,7	31,5	30,5	29,6	27,6	24,6	23,1	22,1	15,3
18	17,9	17	16,1	14,4	14,1	13	12,3	15,9	21,1	22,5	25,8	28	29,5	31,2	31,5	31,3	30,2	28,1	26,1	23,9	19,8	17,2	16	20,4
19	13,9	13,8	13,5	13,5	13,4	13,1	13,5	13,3	14,2	16,9	20,2	23,6	25,7	26,1	25,8	25,6	25,4	24,6	23,6	20,9	17,7	16,3	15,6	14,5
20	13,5	13	12,8	12,6	12,8	12,2	13	13,8	14,9	15,8	18,5	19,5	21,1	21,6	22,7	23,2	22,9	22,6	22,2	20,4	18,1	16,8	15,7	14,1
21	14,1	14,6	14,5	14,2	14,5	14,7	14,9	15,5	16,1	16,9	16,9	18,4	19,6	20,2	20,2	21,7	23,1	23,7	22,8	21,9	19,3	18,4	16,7	14,6
22	15,4	13,5	13	12,6	12,3	11,3	11,1	13,7	17,1	18,1	20,8	23,2	24,2	25,4	26,3	25,3	24,9	24,4	22,6	20,9	18,5	17,5	16,3	15,4
23	14,8	14,5	14,4	13,6	12,4	12,1	12	12,6	15,3	18,8	19,4	20,1	22,2	23,2	25,3	25,1	24,8	24,9	22,4	21,1	18,9	17,6	17,2	15,3
24	14,9	14,1	13,5	11,7	11,4	10,7	10,4	12,7	17,4	19,7	24,4	24,8	27,4	28,4	29,8	30,3	31,1	30,3	28,6	26,6	24	22,6	21,7	16,6
25	18	16,6	15,9	14,8	13,4	12,9	11,9	15,7	19	23,2	25,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,4
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	13,6	13,2	12,4	11,7	11,9	11,1	10,6	12,7	14,4	17,4	20,8	23,7	25,4	26	27	27,3	26,8	25,3	24,2	22,7	18,9	17,2	16,7	14,6
28	14,3	13,5	13,2	12,6	11,7	11,3	11	13	16,7	19,5	21,7	24,5	26,9	28	28,9	29,2	29,1	28	27,3	25,5	23,2	21,7	20,4	14,9
29	17,2	16,1	15,3	14,7	13,7	13,9	12,9	14,5	19,9	21	24,3	26,6	28,3	29,6	29,7	30,2	30,1	27,9	26,7	24,8	22,3	21,3	20,6	19,3
30	18,1	16,6	15,9	15,5	14,1	14,3	12,2	14,7	17,5	20	22,4	25,7	26,2	27,6	27,7	28,7	28,1	27	25,5	23,5	20,7	19,4	18,4	19,6
31	16,6	15,7	15,2	14,1	14,8	13,8	13,2	14,8	17,9	21,1	24,5	26,2	27,7	30,2	30,5	31,4	31,2	29,2	27,8	26,3	23,8	22,5	21,8	17,7

Tabla A.3
Radiación solar incidente [W/m²]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	29,3	193	398	609	789	907	924	930	937	839	669	480	258	62,3	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	30,5	194	399	602	781	910	941	949	950	846	690	490	286	85,5	1,2	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	36,6	217	430	634	816	923	929	939	950	886	709	426	223	78,1	3,7	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	29,3	210	432	636	813	919	927	935	949	868	713	519	303	89,1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	15,9	111	370	607	789	-	907	921	929	825	686	493	244	103	3,7	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	8,5	187	353	563	521	587	778	889	827	846	552	574	291	98,9	1,2	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	18,3	84,2	178	466	811	899	902	912	928	873	709	509	299	91,6	1,2	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	31,7	213	432	639	803	911	921	926	940	888	722	530	319	101	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	31,7	221	426	574	641	916	908	921	937	883	717	520	309	98,9	1,2	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	34,2	206	426	634	827	851	918	926	940	884	722	525	315	101	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	28,1	209	424	631	817	877	865	933	951	895	740	548	326	100	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	29,3	211	426	633	818	935	941	954	956	824	647	474	302	91,6	1,2	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	12,2	90,4	375	620	803	902	912	930	938	877	727	526	313	118	2,4	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	19,5	78,1	303	617	799	871	913	919	915	873	734	574	369	80,6	2,4	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	12,2	167	390	604	797	908	918	928	934	886	724	515	297	89,1	1,2	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	18,3	186	409	623	813	908	915	926	918	873	708	515	305	98,9	1,2	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	19,5	195	421	633	817	921	926	944	955	900	734	535	319	98,9	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	19,5	193	409	615	803	891	938	951	960	899	740	541	322	98,9	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	3,7	87,9	374	603	795	912	919	933	935	893	731	528	308	92,8	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	7,3	145	368	596	788	894	899	910	911	854	687	491	278	80,6	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	2,4	41,5	120	288	691	890	891	897	905	863	706	497	285	85,5	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	9,8	160	370	579	767	897	917	929	933	857	698	501	291	84,2	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	11	192	424	553	492	556	553	728	712	686	796	510	250	87,9	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	13,4	176	388	597	777	900	926	943	949	867	709	507	293	87,9	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	11	169	381	586	769	908	940	955	955	865	707	515	303	87,9	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	9,8	165	377	584	773	902	929	934	934	869	711	491	293	87,9	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	7,3	153	366	574	761	783	918	937	940	865	707								

Tabla A.4
Humedad relativa [%]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	69,7	72,5	73,4	78,1	77,9	76,6	66,5	56,7	50,5	47,3	43,1	37	35,3	35,1	34,8	36	38	41,9	47,4	49,9	53,1	56,9	59,8	63,4
2	66,5	69,7	70,1	70,8	71,4	71,7	56,9	49,9	49,5	44,3	36,3	30,2	28,3	27,2	26,9	28,4	29,5	32,4	35,5	34,3	33,2	37,1	44,1	51,4
3	56,4	60,2	63,9	65,3	64,8	62	47,3	40,9	39,1	39	35,6	33	28,8	28	27,2	25,1	25,3	26,9	25,8	30,6	44,4	50,7	55,9	61,5
4	67,5	72,8	75,8	77,4	80,5	81,3	68,6	58,7	49,9	46,8	39,7	36	32,2	30,6	32,1	32,5	34,7	35,8	39,3	48,5	55,1	60,3	64,8	68,1
5	72,2	76	77,8	81,8	83,6	84,3	81,3	73,8	61,8	54,5	-	45,7	39,4	36	36	39,6	44,6	46,1	46,6	57,6	60,9	66,1	69,2	73,2
6	76,7	77,7	78,6	79,7	81	82,8	75,2	64,4	61,2	57,3	51,5	45,4	40,9	40,5	39,7	45,9	42,7	45,9	49,2	55	61,4	65,6	68	70,8
7	74,4	76,1	77,4	79,1	79,4	79,6	76,6	72,5	67,3	60,9	53,5	48,4	42,5	37,9	36,5	36,3	38	42,9	47	52,8	55,5	58,9	64,4	66,8
8	72,5	69,7	70,4	74,9	78,6	79,4	61,9	50,4	43,1	39,2	36,5	32,1	30,2	29,7	32	34	35,1	40,4	45,2	51,8	54,9	54	55,5	61,3
9	63,9	64,8	71,4	75,1	77,6	78,2	58,1	48,5	44,1	40,1	34,4	33,3	32,5	32,4	34,8	36,9	39,6	43	49,1	55	55,1	58,6	61,7	68,9
10	70,3	69,5	66,9	66,4	66,9	70,3	64	63,4	54,8	48,5	45,6	40,7	35	31,8	30,4	32	32,5	35,4	41,1	46,6	47,5	47,7	49,9	53,1
11	57	62,4	67	70,2	72,3	68,6	54,3	49,8	46,7	41,3	38,1	34,4	30,1	27,5	25,3	23,3	23	24,3	27,8	32,5	36,4	38,4	42,1	47,1
12	53	58,2	59,8	58,6	62,9	62,5	45,4	34,7	29,6	29,7	24,5	22,1	20	18,7	18,5	25,1	28,1	30,9	37,1	42,4	51,3	55,4	59,6	64,4
13	68,8	73,2	76,8	79,1	82,8	84,8	83,3	75,7	67,2	59,9	51	42,9	36,6	37,6	38,5	40,5	42,1	45,3	47,6	53,9	57,8	63,9	68,3	72,2
14	74,1	76	76,9	78,6	80	80,2	77,8	70,9	61,7	54,7	50	43,7	43,8	44	46,2	47,7	49,2	49,2	54,2	58,1	62,9	66,4	70,2	72,8
15	75,3	77,5	79,1	80,3	82,2	82,7	75,5	63,4	59,8	54,3	48,1	41,2	39,2	39	38,8	39,4	41,2	43,1	47,1	50,4	54,3	62,2	66	68,2
16	72,2	74,7	76,5	79,4	80,3	79,7	71,2	63,3	57	50,7	44,5	38,5	37,1	34,1	33,8	35,4	37,7	39,6	43,7	51,7	55,3	59	63,9	70,5
17	72	75	78,3	80,5	82,1	83,2	69,7	55,3	46,4	43,5	39	33,7	26,2	22,6	17,3	18,5	16,1	20,5	26,3	32,4	35	35	39	43,4
18	51,7	59,3	64	66,3	68,3	68,7	51	42,7	38,6	34,4	27,4	23,6	22,5	19,7	19,2	21,6	26,9	29,4	36,6	41,3	51,2	67,6	74,5	80,3
19	82,9	83,2	84,4	84,7	85,6	85,7	85,7	74,9	58,9	52,1	43,8	39	36	37,1	36	38	40,8	43,8	49,1	60,7	67	71,6	75,3	78,5
20	80,2	82,1	83,3	84,8	85,4	84,6	79,6	71,9	65,8	60,7	55,1	50,8	49,3	49,6	48,7	47,9	49,2	51,2	57,1	61,1	65,3	70,6	73,4	75,5
21	76,7	77,8	76,6	76,3	75,6	74,7	72	68,3	65,8	62,3	57,9	53,5	53,4	51,2	47,1	43,5	42,9	44,4	48,2	54,2	55,2	58	63,4	64
22	66,4	69,5	74,3	78,2	79	80,5	69,5	55,3	53,2	48,7	40,4	37,7	35	34,9	36,3	35,7	37	40,4	46,5	53,5	57,1	58,6	60,6	62,7
23	66,2	70,3	71,6	75,9	79,7	81,4	78,2	65,3	56,6	55,7	52,4	45,4	37,2	34,2	34,7	31,3	33,3	38	42,4	47,9	46,2	51,8	52,9	59,5
24	62,8	68,9	74,2	76,5	80,2	77,3	66,9	54,1	45,4	39,5	34,6	30,7	26,6	23	19,5	18,1	20,5	21,7	28,4	32,8	36,4	37,6	38,7	42,7
25	50,9	60,4	65,6	68	68,7	70,3	54,5	41,7	33,6	29,4	25	22,3	21,1	18,7	20,8	23,8	24,7	26,1	26,9	27	25,6	30,5	36,1	43,7
26	53,7	59,1	61	64,4	64,9	65	49,5	38,8	34,4	28,3	26,6	25,7	28,4	30,5	32,1	29,8	28,4	33	37,9	49,8	54,4	61,7	65,3	68
27	71,9	74,5	76,3	79,9	79,9	81,9	72,5	57,9	52,2	47,2	39,7	36,3	32,2	30,7	29,9	31,4	33,5	36,7	40,5	41,5	43,7	54	59,7	66,4
28	71,6	76,1	78,5	80,2	80,2	82,1	69,6	51,7	46,6	43,7	38,2	33,5	30	27,1	26,6	27,5	28,2	29,1	30,9	32,4	37,8	38,2	43	47,6
29	52,8	59,7	61,9	65,4	67,7	69,5	55,4	43,6	42	36,5	31,4	26,6	23,8	19,9	18,8	19,8	24,2	30,2	36,5	40,3	42	41,3	45,8	49,6
30	49,5	54,4	61,4	64,7	66,1	67,2	55,9	45,2	40,6	38,1	33,5	29	27,1	25,7	26	27,9	28,8	30,8	34,3	37,8	43,4	51,1	52,6	57,9
31	62,9	66,1	69,5	70,4	72,8	72,9	60,9	53,6	44	37,7	35	29,9	25	22,8	20,2	23	22,4	28,4	36	40,2	41,2	41,6	46	50,8

Febrero

Tabla A.5
Velocidad del viento [m/s]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	2,2	0,9	0,7	0,9	0,4	0,7	1	0,8	1,4	3,2	3,8	3,9	4,1	3,7	3,2	3,6	4,1	4,1	4,4	5	5,2	3,6	3,7	2,8
2	0,8	0,6	0,7	0,4	0,4	0,9	1	1,1	1,5	2,5	3,8	4,3	4,5	4,2	4,3	5	5,1	6	5,4	5,5	4,2	3,5	2,1	1,8
3	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	1,5	3	4,7	5,2	5,8	6,9	7	7,9	8,7	8,1	8	4,6	-	3,9	4,6	4,3
4	2,9	0,9	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,7	2,6	3,2	3,6	5,1	4,4	4,4	4,2	3,8	4,8	5,2	5	4,8	3,2	3,4	3,7
5	3,2	2,4	1,2	0,6	0,8	0,9	0,6	0,4	0,7	1,5	2,1	3,5	3,8	4,7	4,8	4,8	5,5	6,2	6,7	6,5	4,7	3	3,8	3
6	0,6	0,7	1	0,6	0,9	0,8	0,8	0,6	2,1	2,4	3	3,6	4,8	4,3	4,6	4,9	5,8	5,2	4,4	4,8	4	3	2	2,8
7	1,5	0,7	1	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	1,2	1,1	2,6	4,2	5,3	4,9	5	5	5	4,7	4,9	4	3,7	3,4	4,5	3
8	0,8	0,7	0,5	0,4	0,9	0,7	0,9	0,7	1,2	1,4	2,2	3,6	3,9	4,2	4,5	4,7	4	3,9	4,5	4,8	3,8	3,3	2,7	2,3
9	0,5	0,4	0,9	0,8	0,8	0,8	0,4	0,7	0,9	0,9	1,5	4,1	4,5	4,5	4,4	4,5	5,4	4,8	5,2	5,1	4,3	4,3	2,3	0,7
10	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	0,4	0,4	0,6	1,1	2,9	4,1	5,2	5	5	5,2	6,7	6,6	6,1	6,4	4,7	4,4	4,2	2,1
11	0,5	0,5	0,7	0,4	0,4	0,6	1,1	0,9	0,5	2,2	4,2	5,1	5,7	6,6	6,7	7	6,9	6,3	6,4	6,2	5,7	4,9	4,7	3,1
12	1,3	0,4	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	1,4	2,2	3,9	6,1	5,6	6,1	5,5	5	5,6	6,4	6,3	5,5	4,6	4	2,7	1,7
13	2,7	1,6	1	1,5	1,1	0,5	0,5	0,4	0,7	3,5	4,2	4,3	4,9	4,9	4,6	4,7	4,7	4,9	5,5	5,7	5,4	3,9	2,7	1,7
14	1,9	1,7	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	0,9	3,2	4,7	5,1	5	5,3	6	9	8,5	8,4	8,4	7,6	5	4,2	1,8
15	1,4	2,4	2,3	2	3,1	2,3	1,6	0,9	2,7	3,4	4,4	5	5,1	5,4	5,1	4,9	5,2	5,4	5	5,6	5	4,6	3,9	3,1
16	3,7	3,6	3	1,7	2,9	2,3	0,9	0,7	0,7	1,2	3,1	5,7	6	6,4	6	6	5,8	5,7	5,6	5,3	4,6	4,8	5,9	5
17	3,8	3,9	3,7	3,1	1,6	0,5	0,7	0,4	0,5	1,5	4,9	5,4	5,7	6	5,7	6,3	5,5	5	6,3	8,1	9,7	8,9	6,2	3,4
18	3,9	1,8	1,5	1	1,5	0,5	0,7	0,4	0,7	1	2,6	6,2	6,1	5,7	5,8	5,6	6	6,1	6,1	6,6	6,1	5,7	4,2	3,6
19	3,8	1,2	0,7	0,5	1,1	0,7	0,6	0,4	1,5	1,5	1,8	2,9	3,8	4,7	4,5	4,8	5,1	5,4	6,1	6,8	6,2	5,4	4,1	3,7
20	3,5	2	0,9	1,5	0,8	2,8	2,4	1,1	1,1	1,6	3,7	4,7	4,6	5,3	4,9	4,7	5,5	5,2	6,8	7,2	7,5	6,9	4,9	3,3
21	1,4	1,2	1,7	0,9	1,2	2	0,4	0,4	1,3	2,1	2,6	3,2	3,3	4,1	4,7	4,9	4,3	5,3	5,3	5,4	5,1	3,4	2,2	2,8
22	2,3	0,8	0,7	1,2	0,7	0,8	0,9	0,6	0,9	1,4	2,2	9,6	3,1	4,8	4,7	3,6	3,6	4,2	4,5	5,6	5,3	3,9	2,8	2,9
23	0,9	0,7	0,2	0	0,3	0,2	0,3	0,4	0,9	3,5	3,8	4,5	5,5	5,8	5,8	6,9	7	6,2	5,5	5,7	5,1	5,3	4,1	3,4
24	0,3	0,2	1,1	3,6	1,6	0,3	1,1	2,4	1,2	2,1	4,6	5,6	5,9	6,2	5,9	7,3	6,9	6	5,5	5,2	4,5	1,8	3,2	3,4
25	1,6	0,8	1,7	0	0,3																			

Tabla A.6
Temperatura ambiente [°C]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	18,1	17	16,2	15,8	16,4	17,7	16,3	18	20,5	23,1	24,9	26,7	28,2	28,5	29,4	29,2	29,7	30	29,1	26,4	23,8	22,4	22	19,8
2	17,6	17	15,5	15,1	13,6	15,6	12,9	14,7	19,3	22,4	24,9	26,7	28,9	30,2	31,4	31,9	31,2	29,7	28,9	26,2	23,3	22,4	21,1	19,3
3	17,3	14,7	14,1	14,5	12,5	12,8	11,4	13,5	18,7	23	24,5	26,9	28	29,4	30	28,9	29,5	27,5	25,9	24,2	20,5	18,9	18,5	18,2
4	14,6	13,1	12,6	11,6	11,4	10,8	11	12,6	17,2	19,4	22,8	25,6	26,9	27,9	29,5	29,9	30,5	29,3	27,4	25,3	23	21,7	20,2	16,3
5	16,6	15,4	14	13,7	12,8	12,2	11,8	13,2	17,7	20,6	24,7	26,1	28,3	28,9	29,8	30,1	30	28,7	27,3	25	22,8	21,7	19,8	17,7
6	16,4	14,7	13,7	13,1	12,7	12,8	11,7	14,1	19,3	22,1	23,9	27	27,5	29,2	30,4	30,5	29,3	28,3	27,8	25	22,8	22,2	21,2	17,4
7	17	15,5	14,8	14,2	13,2	12,2	11,9	13,3	16,8	19,9	22,9	26	27,2	28,2	29,5	29,7	29,2	28,8	27,1	24,1	22,1	20,8	19,8	18,1
8	16	14,8	13,5	12,7	12,8	11,7	12,8	13,1	19	23	24,4	26,3	28,2	29,6	30,8	31,6	31,6	31	29,8	27,8	25,3	24,1	23,2	16,9
9	18,2	17,1	15,5	16	14,6	15,1	14,1	15	20	24,2	27,6	28,4	30,7	32,6	32,9	32,9	32,5	31,1	29,5	26,2	24	21,9	19,9	20,4
10	17,6	15,2	14,5	15,7	13,9	13,6	12,5	13,8	19,2	23,9	25	28	30,4	30,4	31,3	31,7	32,1	31,7	29,5	27,2	24,5	22,4	19,5	18,1
11	16,8	15,6	15	14,2	13,6	12,9	12,4	-	-	19,4	21,6	23,9	25,2	27	28	28,3	28,5	27,2	25,3	22,6	20,1	19,1	17,3	17,8
12	15,6	14,9	14,2	13,1	13	12,3	12,4	12,7	17,8	21,4	23,8	26,7	26,7	27,7	29,5	29,6	29,5	28,3	26,3	24,2	22,1	20,6	17,9	16,3
13	16,6	16	15,7	14,9	14,6	13,8	12,9	13,8	18	19,5	22,6	24,8	26,5	27,8	28,5	29,1	29,1	27,9	26	23,8	21,8	21	19,4	17,4
14	18,3	17,4	17,1	16,1	14,8	14,2	14,3	14,6	19,2	22,9	24,3	25,5	26,9	28,3	29	28,6	26,4	26,6	25,6	23,3	21,1	19,4	18,3	19,5
15	17,1	16,7	15,4	14,9	14,4	14	14	14,7	16,1	19,1	22,2	24,1	25,2	26,8	27,3	28,1	27,7	26,4	24,5	23,3	21,1	20	18	17,1
16	16,8	16,1	15,5	15,5	15,2	14,5	15,5	14,3	16,7	21,4	22,6	24,7	26,2	27,9	28,5	29,7	27,6	28	26,6	24,2	22	20,7	19	17,5
17	17,7	16	15,4	14,5	14,1	14,2	14,6	13,4	17,4	20,5	22,6	24,7	26,6	27,4	27,9	28,1	27,9	26,9	25,5	22,2	20,8	19,3	18,6	18,3
18	16,2	15,5	15,5	14,6	15,6	15,5	14,5	14	18,3	21,5	24,1	24,6	25,4	26,5	27,9	27,9	25,8	25,4	24,1	23,2	20,4	19,3	18,7	18,1
19	16,6	16,1	15,5	14,9	14,2	13,7	14	14	17,5	20,3	22,9	26,2	27,4	29,8	29,5	29,9	29,8	28,9	27,3	25	23,1	22,3	21,8	17,7
20	18,9	18,4	17,5	17,3	15,6	14,7	16,3	16,5	19,6	22,4	23,7	25,6	26,7	28,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,8
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	18,2	17,3	16,2	15,8	14,6	14,9	13,9	14	17,5	20,4	22,1	24,9	24,4	25,1	25,5	25,1	24,7	23,4	22,7	19,7	17,9	17,2	16,5	19,3
24	14	14	13	12,2	12,3	12,4	12,2	12,6	13,4	15,2	17,7	19,2	18,7	22,4	22,1	23,7	22,8	22,2	22	19,8	18,8	17,7	15,6	15
25	12,5	12,6	12,7	12,1	13,5	12,4	14,3	13,7	14,3	15,5	16,9	18,9	24,6	26,5	26,7	27,2	28,2	27,6	28	25,3	23,6	20,8	19,5	13,6
26	18,1	16,3	16,5	16,8	16,5	16,3	14,8	16,5	18,4	22,4	24,9	26	28,5	29,7	31,3	31,1	31	31,5	30	26,9	25,5	23,6	22	20,2
27	17,6	18,2	16,9	16	15,5	17,9	16,9	13,9	19,2	23,3	24	26,7	29,9	30,3	31	30,7	30,1	27,7	26,5	24,3	22,6	21,8	21,4	20,4
28	19,7	19,6	19,1	16,7	16,2	15,6	16,1	15,7	16,2	19,2	20,4	22,8	24,3	26,1	26,4	27,5	27,5	24,2	23,3	20,4	18,8	17,8	16,9	20,7
29	15,7	15,3	13,5	12,6	12,4	12,1	11,1	11,2	13,7	17,2	18,3	20,7	22	23,5	24,9	25	26,2	26,2	25,4	21,5	19,7	18,3	17,2	16,2

Tabla A.7
Radiación solar incidente [W/m²]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	1,2	90,4	239	569	828	911	799	865	496	506	620	481	315	76,9	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	2,4	142	361	570	763	899	935	954	959	883	720	510	300	84,2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	2,4	140	364	575	766	897	935	946	949	882	720	521	299	74,5	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	1,2	120	348	571	767	901	928	943	946	889	716	504	283	76,9	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1,2	131	353	571	769	911	930	944	949	880	720	525	303	70,8	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1,2	132	359	576	768	906	930	950	956	886	727	520	291	65,9	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	131	363	582	755	808	929	945	949	874	711	504	280	54,9	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	1,2	101	313	528	718	876	933	939	955	865	685	484	256	53,7	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	110	336	554	745	894	948	963	965	885	722	514	276	56,2	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	106	326	529	751	894	945	960	957	866	709	496	272	54,9	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	94	310	531	731	882	926	937	941	857	689	480	255	51,3	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	89,1	318	536	730	865	896	944	948	878	701	485	269	53,7	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	96,5	319	539	733	873	930	935	929	823	690	335	202	26,9	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	94	315	530	567	729	930	948	938	844	365	475	219	39,1	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	91,6	314	464	722	869	924	937	927	802	582	518	197	46,4	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	31,7	278	568	696	862	907	943	863	862	714	464	247	36,6	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	86,7	313	529	720	871	905	940	927	825	665	463	245	34,2	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	74,5	355	571	750	830	698	923	813	517	414	209	169	51,3	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	89,1	318	535	722	860	933	949	932	824	658	459	247	28,1	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	79,4	297	510	700	789	928	946	923	816	644	442	233	24,4	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	78,1	300	512	634	845	932	954	927	818	661	469	248	18,3	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	75,7	297	514	714	856	940	951	941	830	664	462	244	13,4	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	57,4	366	495	506	587	636	601	532	421	380	264	116	18,3	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	50,1	270	508	705	834	824	783	658	763	278	194	68,4	6,1	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	13,4	97,7	161	247	364	738	740	620	570	664	429	217	4,9	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	72	286	493	664	827	916	933	893	786	629	432	211	3,7	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	70,8	287	496	686	829	921	951	915	670	454	481	237	17,1	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	20,8	178	293	662	838	913	934	894	849	622	416	195	8,5	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	44	271	470	719	773	722	876	905	795	633	427	200	3,7	0	0	0	0	0

Tabla A.8
Humedad relativa [%]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	54,5	58,3	58,6	57,6	56,9	52,8	44,1	37,1	34,1	32,8	31,4	28,2	25,6	26,7	25,3	20,9	20	20,6	24,2	27,5	28,7	30,3	34,5	39,4
2	46,1	50,6	53,7	57,8	60,1	58,9	44,1	36	32,2	30,5	26,6	22,2	19,7	16,2	15,3	16,6	17,8	18,1	21,3	28	20,2	20,9	26,6	30,8
3	38,6	43,4	46,3	48,3	49,2	51,4	39,4	26,9	26,5	25,6	21,3	19,6	18,8	15,4	18,7	20,6	23,2	24,9	27,7	30	31	35,7	44,3	52,3
4	58	66,6	69,5	70,1	71,4	74,7	61,7	43,4	40,2	35,5	29,2	25,5	22,6	20,5	17,8	17,3	19,2	24,4	30,3	38,6	40,1	49,2	55,3	62,4
5	66	70,9	76,1	78,8	79,6	80,3	73,3	53,7	47,6	43,3	38,9	32,4	29,9	26,5	23,4	23,6	26	26,5	35,2	38,3	36,1	40,5	47,4	54,6
6	60,8	62,8	66,6	68,8	70,3	71,3	56,2	41,6	37,7	34,3	30,5	27,4	23,8	21,2	20,8	20,9	20,2	21,6	26,9	29,8	32	35,2	38,6	45,4
7	53,4	59,6	61,7	66	67,9	70,4	56,4	44,1	35,2	33,5	30,3	26	23,3	23,4	22,2	21,2	19,3	19,6	27,2	33,6	35,1	38,1	44	52,6
8	58,8	61,5	63,7	63,7	64,6	67	57,5	40,7	37,7	33,2	31,1	26,5	23	18,7	16,9	16,1	18	21,3	23,2	26,8	30,4	34	39,3	49,1
9	54,5	53,8	50,9	50,7	57,5	63,8	55,1	39,8	29,3	25,6	24,1	18,7	15,9	12	11,9	14	14,8	17,6	19,8	23	28,2	33,3	39,8	46,3
10	49,2	49,5	52,7	54,4	55,8	58,9	48	33,3	26,7	27,7	23,3	18,8	16,5	18,3	15,9	13,3	16,6	19,7	19,3	21	26,5	32,4	41,9	51,9
11	56,6	55,4	58,7	60,4	58,4	59,7	54	43	37,4	39	33,3	30,3	28,6	29,4	31,2	32,6	34,4	38,2	39,9	46	53,9	58,9	61	64,4
12	69,4	71,1	72,5	74,2	74,5	74,9	69,2	50,7	43,4	40,2	37,3	33,5	31,5	31,5	30,2	31,3	32,5	37,2	40,6	47,5	55	58,7	62,5	63,6
13	66,9	70,8	71,7	74,8	77	78,3	71,7	57,1	54,5	47,7	42,4	37,9	35,8	35,4	34,7	35,4	38,5	42,3	46,9	51,2	54,2	56,5	60	62,4
14	64	69,4	73,3	74,5	77,1	76,9	70	54,2	46,6	45,5	42,4	37,1	34,7	32,8	34,1	42	42,4	45,9	50,9	56,3	59,2	64,2	67,6	70,6
15	69,9	71,7	73,1	74,1	75,1	78	73,8	65,9	59,3	52,1	45,7	41,2	38,8	37,5	35,7	36,3	36,6	40	44,9	48,7	53,1	57,5	60,4	63
16	65,2	65,6	67,7	68,2	68,8	73	70,9	58,2	46,5	45,4	39,5	35,5	33,5	32,2	31,7	31,9	34,5	37,9	43,9	47,8	51,9	60,2	63,4	66,6
17	70	72,4	74,7	77	80,8	82,4	78,2	60,9	54,3	50,9	43,2	38,5	36,1	35,4	35,6	35,5	36,1	39,4	48,1	53	56,6	59,3	61,5	71,6
18	73,6	77,7	79,9	77,9	78,6	82,1	81,2	61,4	53,5	48,2	40,8	39,9	37,6	39,9	41,4	44,4	46	47,2	49,5	53,5	58,1	62,6	67,6	69,8
19	73,8	77,3	79,9	82,1	81,8	82,7	78,8	63,3	58,1	51,3	44	40,1	35,4	31,3	26,5	30,6	35,4	38,9	46,5	51,7	51,8	52,6	55,3	59
20	62,8	68,8	71,7	73,2	68,7	70,2	65,9	54,8	46,4	43,7	40,9	35,5	33,1	28,1	26,1	27,5	27,6	28,6	30,9	33,5	34,6	34,6	34,6	41
21	47,4	45,7	52,5	53	50,4	60	55,9	40,4	37,4	31,7	29,4	24,9	22,3	20,6	19	18	18,3	17,6	20,5	23,7	26,7	29,5	33,5	38,8
22	46,5	50,8	49,2	50	51,7	52,1	48,6	36,9	31,9	29,4	25	20,8	18,2	14,8	14,2	17,1	19,5	22	30,2	36,1	38,6	40,1	43,6	54
23	56,6	61,8	63,6	64,6	66,4	66,1	64,2	48,1	47,6	46,4	40,4	36,7	37,1	37,6	41,8	43,8	44,2	46,2	53,1	57,6	65,5	68,6	71,4	75,2
24	79,7	81	81,4	83,2	84,6	85,9	81,7	74,3	65,3	62,8	57,6	54,7	50,7	49	45,6	50	49,6	51,8	57	60	61	65,6	68,6	72,2
25	75	75,4	75,2	75,9	74,9	73,6	70,3	67,4	63,2	64,1	53,6	38,7	35,2	30,5	30,2	28,1	29,9	33,6	40,2	40,2	42,5	48,5	53,4	62
26	65,4	67,1	64	66,1	67,8	72,2	61,1	50,9	44,6	39,6	36,1	31,5	28,5	24,9	23,6	21,4	18,6	18,2	20,6	23,8	30,8	33,9	39,6	38,6
27	47,9	54,3	56,6	59	53,4	51,8	49,9	36,5	33,4	29,6	25	19,7	15,8	16,4	21,3	26,1	32,7	40,2	50,3	53,9	54,2	54,5	52,4	50,3
28	57	57,3	61,3	64,4	66,1	67,8	63,6	62,2	50,9	43,6	41,6	38,9	34,4	31,9	30,7	32,7	36,9	41,5	46,6	47,9	48,7	55,3	51,6	60
29	63,6	68,3	70,6	76,6	74,8	78,3	77	60,5	53,6	49,3	42,6	41,6	34,1	28,4	25,3	20,8	22	24,6	31	31,9	35,1	41,8	48,5	56

Marzo

Tabla A.9
Velocidad del viento [m/s]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0,8	1,7	1,7	0,5	1,1	3,5	0,7	1	2	2,6	2,1	1,2	1,3	1,2	3	3,3	3,1	3,8	5,6	4,7	4	0,7	0,4	1,5
2	1,2	0,6	0,8	0,3	1,6	0,8	0,4	0,7	0,6	1,4	1,7	2,7	2,8	4,1	2,8	1,2	3,6	3	4,6	4,8	4	6	5,6	1,3
3	2	1,6	0,4	1,4	0,5	0,5	0,6	1,4	1,2	0,6	1,7	1	2,6	2,7	1,8	4,3	2,8	5,1	3,6	3,5	3,5	4,7	3,5	3,2
4	2,2	1,1	0,8	0,9	0,9	1,5	0,8	0,6	0,3	1,6	1,1	3,3	3,7	4,6	2,8	5	5,3	4,6	5,42	6,6	8,4	6,9	5,2	2,4
5	1,9	1	0,5	0,6	1,2	0,3	0,4	1	1,3	1,1	1,2	2,3	2,8	4,3	5	4	4,8	5,4	5,8	5,5	3,8	4,6	3,7	1,4
6	2,8	1,7	1,1	1,4	0,8	0,7	0,6	1	0,8	1,7	2,1	-	-	-	-	3,6	4,4	5,1	6	6	6,5	4,8	5	2,3
7	1,9	1,4	0,7	1,3	0,4	1,2	0,3	0,5	1,7	2,3	1,2	1	3	1,1	3,8	2,3	2,5	2,7	3,3	4,2	3,3	1,7	0,9	3,4
8	1,3	0,7	0,9	0,5	1	0,7	0,9	0,3	0,3	0,9	2,7	2,6	3,5	-1	5	5,7	5,6	7	5,8	5,1	4,1	2,7	1,3	0,8
9	1,2	1,6	1,1	1	1,8	2,8	1,6	1,7	1,2	2,4	2	1,6	-1	2,6	2	4,7	5,7	4,8	4,9	4,7	2,8	1,8	2,3	2
10	1,9	2,8	1,1	0,3	0,9	0,8	0,3	0,8	0,5	0,6	2,4	1,8	3,2	5,1	4	4,9	6,6	5,5	6,6	6,2	5,7	6,6	4,5	3,4
11	0,4	0,4	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,6	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	1,9
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5,3	4,8	5,3	7,8	7	5,4	4,3	-
13	2,4	0,5	1,5	0,4	0,6	0,4	1,1	0,6	1,2	1,1	1	1,6	2,1	1,6	3,1	1,8	2,6	3,1	4,2	4,1	1,4	0,7	0,4	1,2
14	0,6	1,3	1,6	0,5	0,8	0,5	0,3	0,9	2,9	-	1,2	-	-	2,7	3,1	4,8	3,9	4,7	4,4	4,8	5,5	1,8	2,2	0,4
15	0,5	0,5	0,3	0,8	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	2,1	2,8	3,2	3,4	4	5	6,5	6,3	6,9	5,6	5,3	2,7	1,9	2,2	0,4
16	1	1,1	1,2	1,5	1,8	1,9	1,8	2	2,3	3,1	2,4	2,3	2,9	4,7	5,9	6,4	5,9	7,6	5,8	5,5	6,1	3,3	1,4	1,4
17	1,9	2,2	1,4	0,9	1	0,3	0,8	1,2	1,3	0,8	1,1	1,6	2,4	4	4,6	5,8	2,9	3,7	4,2	3,7	2,4	2,7	2	1,4
18	1,2	2,3	0,9	0,7	0,8	0,6	0,3	0,8	0,6	3,7	2,7	3,1	2,9	2,8	4,3	3,4	4,4	6,8	5,3	5,5	4,1	4,1	3,2	1,8
19	1	0,8	0,5	0,3	0,5	0,8	0,3	0,7	1,2	2,1	2,4	3,7	3,9	4	2,9	3,5	4,1	3,9	4	5,2	4,3	5,4	4,5	1,3
20	1,5	0,8	0,3	1	0,4	0,3	1,1	0,8	0,9	1	0,7	2,1	2,7	2,8	2,4	4	2,6	4,9	4,7	6,2	6,1	5,2	2	4,6
21	0,9	1,5	0,6	0,5	0,3	0,7	0,7	2	2,9	2,3	1,3	1,8	4,2	4,3	3	3,3	4,5	4,5	4,7	4,4	4,6	5,2	2,4	0,9
22	1,1	1,2	1,1	0,7	1,2	0,9	0,7	1,1	1,7	2	2,2	1,5	2,4	3,1	4,7	2,8	5	4,2	5,2	6	3,9	2,9	2,1	1,3
23	0,9	0,8	0,4	0,6	0,5	0,6	0,3	1,2	0,7	2,2	2,7	1,5	1,8	2,5	4,3	4,9	4,7	6,2	6,5	6,1	4,7	2,3	1,6	1,2
24	1,3	1,9	0,9	0,5	1,3	0,7	1	0,6	0,3	2,9	3	2,7	2,4	2,5	2,7	2,9	2,9	3	4,6	5,2	3,5	2,5	3,4	2,3
25	2	0,9	0,3	0,4	0,4	1,2	1,4	0,7	0,3	0,8	2,9	1,8	3,4	2,2	3,2	3,8	3,5	3,9	3,2	4,7	3,5	1,3	0,4	1,6
26	0,5	0,4	1,8	1,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,7	1,3	1,5	2,1	0,9	1,2	1,9	2,7	3,1	5,1	6,1	6,2	2,8	0,8	0,7	1,1
27	0,4	0,5	0,3	0,3	0,7	0,7	0,4	3,6	2,3	1,7	1,6	1,4	2,4	3,3	5,4	5,2	4,8	6,1	5,7	3,7	2	1,5	1,6	1,7
28	0,4	0,7	0,9																					

Tabla A.10
Temperatura ambiente [°C]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	15,2	15,3	12,9	12,6	10,6	8,8	10,4	16,8	19,6	22,8	25,9	28,3	30,4	32,1	33,1	33,4	33,3	31,6	28,2	26,9	25,3	23,5	21,9	18,4
2	15,8	13,8	17,1	13,7	13,4	11	14,3	20,5	23,1	25,9	27,7	29,7	31,3	32,5	33,6	33,8	33,1	31,4	27,6	26,6	26,1	25,1	22,1	21,2
3	19	16,8	15,7	16,5	15,1	15,5	16,5	22,6	24,4	26,4	28,1	30,6	32,8	33,6	34,2	34,7	33,9	32,7	29,5	28,1	26,9	24,2	22,2	19,7
4	17,9	16,5	16,5	16,2	18,7	17	17,3	23,2	25,4	27,2	29,2	31,2	32,3	32,8	33,1	33,2	32,3	29	25	23,4	22,6	22	21,1	20,6
5	19,4	18,4	16,1	15,5	15,1	14	15,5	21,2	23,4	25,2	26,8	28,9	29,5	29,8	28,9	28,1	27,4	26,1	23,3	22,5	22	21,5	20	19,2
6	18,7	16,8	14,5	14,1	12,3	12,3	13,2	19,5	20,6	22,8	24,9	26,7	29,1	29,3	29,9	29,5	28,5	26,8	23,6	22,4	21,3	20,6	19,8	18
7	14,8	13	11,7	11,5	11,2	9,8	10,6	18,3	21,3	24,3	26,9	28,7	30,6	32,8	34,2	34,5	34	32,7	29,5	27,5	26,2	23,9	19,9	17,2
8	15,6	15	13,7	12,8	12,5	11,3	13	21,3	25,2	26,9	28,5	30,1	30,7	30,7	31,1	30,6	29,1	27,6	25,6	21,8	20	18	16,7	14,3
9	12,8	11,7	10,8	11,2	10,3	10,6	10,4	11,9	15,3	18,2	22,4	25,5	27,8	29,4	29,8	29,1	28,6	27,5	25,1	23,1	21,3	20,1	18,9	16,3
10	14	12,4	11,5	11	10,7	10,9	12,6	18,1	21,5	22,7	24,6	26,9	28,1	29,4	29,3	28,1	26,9	24,6	21,1	17,7	16	14,1	13,2	13
11	12,8	11,8	11,1	11,1	12,3	12	12,1	12,4	13,5	14,5	16,4	19,3	22,7	25	25,9	25,8	26,1	24,7	22,5	19,9	18,5	17,4	15,7	14,1
12	12,3	11,4	10,3	10,3	9,5	10	11,6	17,6	19,5	21,5	24	25,5	27	28,3	28,8	28,6	27	24,9	22,5	20,8	20,6	20,2	18,5	16,5
13	13,4	13,6	16	15,6	15,3	14,5	15,6	18,3	20,4	22,4	24,4	26,4	28	29,8	30,9	30,8	30,7	29,2	25,9	24,3	23,1	18,6	15,4	14,2
14	12,7	14,6	13	11,2	9,5	9,8	9,7	18,4	22,2	25,2	28,2	30,2	32,6	34,7	35,8	35,4	33,9	31,1	28,2	25,8	23,4	21,8	17,8	15,7
15	13,1	12,3	11,1	10,7	10,2	9,5	11,5	17,8	21,7	24,8	26,6	27,3	28,8	30,3	30,9	30,1	28,7	26,5	22	18,8	17,4	16,2	14,1	12,1
16	11,6	10,8	10,6	11,3	11,4	11,5	11,6	12,4	13,9	15,9	18,2	20,2	22,4	24	24,9	24,5	23,3	21,8	19,8	18	17,8	16,2	15,4	13,7
17	12,6	14,1	14,9	15,2	15,3	15,2	15,1	15,4	16,3	17,3	19,6	22,2	24,2	25,7	26,4	26,5	26,5	24,5	21,8	20,1	19	17,4	16,3	15,3
18	14,3	13,6	11,7	9,9	8,3	7,4	9,1	15	18	21,5	23,4	25,7	27,3	28,2	28,9	28,1	26,9	24	21,6	20,2	19,1	17,8	15,8	14,6
19	12,5	11,3	10,9	11,4	11,8	11,2	10,6	13,7	18,9	20,3	22,2	24,1	25,5	26	25,9	25,7	25,1	23,5	21,1	20	19,3	17,7	15,9	16,2
20	14,4	12,6	11,3	10,4	10,4	9,1	9,6	14,2	18	20,4	22,5	24	25,7	27	27,5	27,9	27,1	24,2	22	21	20,1	18,4	16,8	14,4
21	14,1	12	10,7	10,5	10	8,9	8,8	15	19,4	22,2	24	25,5	26,9	27,4	28,5	28,2	27,4	25,4	23,1	22,4	22,2	20,4	18,6	15,8
22	14	12,8	13,6	14,8	13,3	14,1	11,6	17,3	19,6	23,1	25,7	27,1	29,1	30,5	30,5	30,6	30	27,1	24,5	22,6	21,5	20,1	19,1	16
23	13,9	13,1	11,3	10,4	9,8	10	10,4	16,2	19,7	21,6	24,8	26,8	28,3	29,2	30,1	28,8	27,7	25,1	21,3	19,1	17,8	16,9	15,4	14,3
24	12,6	10,1	8,9	8,8	8,5	8,4	9,1	14,7	17	20,2	22,5	24,3	26,1	26,9	28,2	28,4	27,9	25,5	23,2	20,8	19,6	18,6	17,3	15,4
25	13,8	13	11,9	11,3	10,1	9,6	8,4	16,9	19,7	22,1	24,2	25,7	26,2	27,4	28,3	28,1	28	25,8	22,5	20,7	19,8	16,6	14	13
26	11,6	11	15,4	13,9	9,3	6,9	6,7	14,6	19,3	22,9	26,4	28,7	29,8	31	31,8	31	29,3	27,4	24,8	23,6	20,9	17,7	14,1	12,2
27	10,1	8,1	7,5	7,6	6,4	6,4	6,9	14,7	19,8	23,7	27,3	28,6	30,5	31,1	31,6	31,1	29,5	27	22,8	20,1	18,4	15,5	12,1	9,8
28	8,5	8	8,7	8,3	6,9	6,3	7	13,5	18,1	21,5	24,3	25,2	25,6	26,8	27,6	26,8	26	23,6	20,3	18,4	17,8	13,8	11,8	10,3
29	9,8	9,3	8,6	8,3	7,1	7	7	13,2	18,9	22,6	26,1	27,7	29,4	30,7	31,2	30,7	30,1	27,9	24	22,4	19,4	15,4	13,5	11,3
30	11,5	10,3	8,8	8,5	8,7	8,7	8	14,1	20,1	24,6	27,8	29,4	30,7	31,4	31,7	30,5	28,9	26,4	24	21,5	20,2	17,9	14,5	11,4
31	10,3	9,1	8,5	8	7,4	7,3	7,6	14,4	18,4	23,3	25,8	28,3	29,6	30	30,5	30,1	29,5	27,4	23,7	22,4	21,3	17,2	13,8	13,3

Tabla A.11
Radiación solar incidente [W/m²]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	0	62,3	296	515	702	845	929	951	900	792	633	429	192	2,4	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	62,3	288	503	687	833	915	938	890	767	601	401	180	2,4	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	56,2	271	481	664	808	896	919	872	758	597	399	175	1,2	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	56,2	276	487	673	816	906	919	874	764	602	405	171	1,2	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	48,8	265	477	662	808	900	866	865	751	591	391	166	2,4	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	45,2	266	480	668	799	897	922	865	753	586	390	161	2,4	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	40,3	266	482	655	803	907	930	878	766	598	393	154	2,4	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	35,4	249	458	647	796	886	907	860	747	584	385	154	3,7	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	11	144	462	646	709	866	908	857	741	575	349	128	3,7	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	30,5	222	427	608	756	846	855	845	646	394	309	128	19,5	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	13,4	100	209	426	775	867	879	827	725	563	355	129	1,2	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	29,3	237	444	619	746	849	869	832	702	498	292	136	1,2	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	34,2	236	442	623	756	839	866	817	707	546	348	120	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	29,3	239	448	631	742	857	883	840	725	556	354	122	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	26,9	219	423	611	703	838	856	813	703	534	337	106	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	3,7	58,6	281	600	733	812	823	763	633	499	288	104	1,2	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	1,2	24,4	80,6	175	457	824	835	788	670	509	318	100	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	23,2	216	426	519	645	835	845	790	674	509	316	94	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	2,4	142	429	600	739	818	834	745	603	501	305	89,1	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	23,2	150	282	488	626	777	840	741	613	517	316	75,7	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	15,9	200	408	552	724	795	821	750	655	497	304	81,8	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	15,9	199	408	590	723	812	834	789	672	499	310	76,9	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	13,4	187	397	578	713	799	816	763	647	486	292	73,3	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	13,4	178	383	560	700	777	797	761	669	509	304	72	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	4,9	175	382	567	706	792	818	774	663	496	293	59,8	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	8,5	195	404	590	727	802	823	764	651	484	292	59,8	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	9,8	203	408	587	722	811	827	783	665	499	298	56,2	0	0	0	0		

Tabla A.12
Humedad relativa [%]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	48,4	47,9	54,2	56,6	62,2	65,5	60,4	41,9	34,9	28	18,9	14,9	13,1	12,7	12	10,1	11,1	12,5	15,3	18,3	22,7	28	31,4	36,5
2	43	47,3	36,8	44	45,5	52,4	45,2	31,2	26,8	21,2	16,8	14,8	12,7	10,9	13,1	15,1	17,9	24,2	34,3	35,8	36,7	39,4	48,7	52,3
3	58,6	64,4	67	66,3	70,9	69,7	65,8	48,2	44,8	37,9	33,6	28,3	23,5	23,3	23,6	20,9	22,8	26,1	30	30,8	33,3	39	42,6	46,6
4	51,4	55,3	55,4	56,1	52,1	55,9	54,9	38,4	34,4	31,5	27,5	23,3	21,8	21,7	23	22,8	26,6	36,4	46,3	54,8	59,1	60,4	63,9	67,2
5	72	74,3	79,7	82,7	82,9	83,3	82	63,3	56,5	49,5	44	35,3	33,4	35,4	34,7	30,5	30,7	32,3	36,8	36,9	39,4	41,9	46,3	48,5
6	50,5	57	67,6	68,4	71,7	73,1	70,5	54,3	52,7	42,3	35,8	35,1	30,5	30,4	29	29	30	33,5	37,4	38,6	39,6	40,8	42,3	47,1
7	56,2	61,7	63,3	65,1	67,8	71,1	67,7	47,3	39,9	34,4	30,6	28,3	25,3	21,9	18,7	18,3	18,6	18,5	19	22,5	24,9	30,2	37,7	43,6
8	48,5	50,1	52,4	55,4	57,9	59,5	55,7	35,7	29,6	27,8	23,5	21,3	21,7	22,4	23	22,3	25,2	22,8	24,9	42	47,6	55	60,3	66
9	72,8	75	77,7	79,2	82,8	85,3	86	85	70,1	57,9	44,3	37,8	34,2	31,5	30,9	31,3	30,2	32,7	39	44,8	51,4	54,4	58,1	64,2
10	71,4	75,2	76,4	78,1	79,4	80	76	58,4	49,2	47,8	41,6	36,3	33,9	30,5	31,2	34,5	37,4	42,7	51,1	60,1	67,4	74,1	77,3	77,5
11	78	79,7	82,7	82,9	81,8	83	83,6	81,8	78	73,5	65,5	56,5	45,2	40,5	38,5	35,6	31,2	33,6	36,7	43,8	46,4	49	55,8	61,6
12	66,1	69	71,9	72,3	73	72,8	67,8	48,1	41,5	39	32,7	30,3	28	24,1	23,8	27,1	31,9	38,3	41,4	46,2	44,9	45,9	49,9	55,4
13	64,2	65	59,1	60,5	60,6	65	60	50,4	44,8	41,8	38,1	34,4	29,6	25,3	22,5	23	24	26,1	30,1	31,7	33,8	43,2	50,4	53,9
14	57,9	53,5	60,7	62,4	64,2	64,5	66,3	41,5	32,3	28,4	24,5	21	14,2	8,9	6,4	8,7	14,6	20	22,7	27,8	33,9	37,7	47,7	53,9
15	58,6	60,5	62,9	65,7	68,4	68,7	64,8	44,6	37,6	32,7	32,1	30,1	26,4	25	25,5	29,5	33,8	39,3	51,5	62,1	66,2	70,2	74,7	77,4
16	81,1	82,5	84,5	85,5	86,2	86,6	86,8	86,4	80,7	70,7	62,7	56,5	48,5	44,6	43,3	43,9	47,6	52	57,8	59,8	62,3	67	69,7	73,4
17	78,1	74,9	71,9	70,5	70,5	71,2	72,5	72,1	69,1	65,6	57,2	48,5	42	36,6	35,4	34,2	35,5	40	45,9	50,1	53,4	59,4	63,2	66,3
18	68,6	70,6	75,7	78,4	81,1	81,4	83	65,4	55,6	44,8	41,8	35	29,8	27,9	27,6	29,8	33,7	40,2	46	51,5	55,6	58,5	64,8	69
19	73,6	76	77,5	75	74,4	74,9	79,7	71,1	56	54,3	46	40,5	36,3	37	39,3	39,7	40,8	44,3	50,1	53,5	54	57,9	63,4	66
20	68,7	75,9	79	80,8	83,3	83,7	85,1	78	63,1	54,5	47,1	43,7	38,9	35,3	33,2	31,9	36,8	43	45,4	47,6	50,2	54,8	60,2	69,7
21	70,9	76,1	78,5	81,1	82,8	82,8	84	68,4	51,9	46,2	42,7	39	34,7	33,9	29,7	29	30	34	37,9	39,5	43,5	48,8	54,3	62,1
22	68,8	71,9	66,8	67,3	63,2	59,6	69,4	51,2	45,7	36,8	31,7	30,2	26,6	23	23	20	19,7	22,6	26,1	31,1	33,5	39,3	43,6	49,5
23	55,7	59,5	63,3	64,2	66,4	66,4	67,8	51	41,7	38,3	32	27,5	23,6	22,5	23,2	26	27,1	35,4	46,1	50,8	53,9	56,4	62	65,7
24	69,7	73,3	76,8	78,7	79,2	79,9	81,1	63,4	55,6	46,9	41,6	38,3	34,4	31,3	24,8	22,4	24,5	31,5	31,8	43,4	46,8	49,5	51,8	57,7
25	63,9	66,9	67,8	68,9	71,6	72,6	75,7	51,2	42,8	36,8	33,8	32,2	30,5	25,8	18,9	19,5	22,3	27,8	32,8	36,1	39,8	45,9	53,7	57,2
26	61,7	62	49,7	54,3	66,1	72,4	73,6	48,4	35,4	28,6	21,3	17,8	13,4	14,2	14,2	15,1	18,4	18,5	22,5	23,1	32,2	39,2	47,2	53,7
27	58,4	59	63,3	67,8	68,9	65,8	66,6	44,2	31	26,1	21,5	21,1	16,2	12,9	10,4	11,6	21,1	23,9	34,7	42,6	48,3	56,7	64,2	66,9
28	70,2	72,8	71,1	70,3	76,2	77,6	79,4	58,5	47	39,7	33,8	34,1	31,8	28,7	26,6	28,8	30,2	38,9	50,4	56,2	57	68,9	74,1	77,2
29	79,6	81,7	81,1	82,8	82,8	83,3	83,7	68,4	45,9	38,8	31,5	27,8	23,7	18,5	16,4	16,5	16,4	20,6	36	39,6	44,8	56,4	62	65,9
30	68,7	66,9	72,9	74,1	75	73,9	74,8	54,9	40,1	31,3	26,8	25,3	21,6	20,1	20	22,8	25,2	27,8	28,6	34,7	37,6	46,1	59	65,5
31	67,6	68	68,9	67,9	69,8	73,3	70,6	54,7	43	34,5	30,8	25,4	24,1	23,7	22,9	23	23,4	27,5	39,3	41,8	44,3	53,9	64,9	69,4

Abril

Tabla A.13
Velocidad del viento [m/s]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0,4	0,8	0,6	0,8	0,8	0,6	1	0,7	1	1,2	2,3	3,8	4,3	5,5	5,1	5	5,7	4,7	5,5	5,6	5,6	4,2	0,6	0,7
2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	1,5	3	5,4	6,7	6,1	5,8	5,9	5,8	5	5,5	5,2	5	2,6	2	0,4
3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,7	1,1	4,9	6,5	7,9	8	9,9	10	8,7	7,6	6,8	4,6	2,9	2,7	2,3	3,4	0,7
4	0,8	2,9	2,2	2,1	2,2	3,1	1,2	2,3	3,2	2,4	2,8	2,6	2,9	3,2	3,3	3,5	3	2,4	1,9	1,1	1	1	1,5	1,5
5	0,8	1,1	1,3	1	1,4	2,5	2,6	2	1,6	0,5	1,5	1,6	3,8	3,1	2,9	3,6	3,4	3,6	2,4	1,3	0,4	0,4	0,4	2,9
6	0,4	0,7	0,5	0,9	0,7	0,5	0,8	0,6	1	0,8	0,5	1,6	1,9	2,9	4,1	3,9	3,8	3,3	3,5	2,8	0,5	0,6	0,6	1,8
7	1	0,8	1	0,7	1	1,3	0,7	0,5	0,9	1,5	1,4	3	4,5	4,7	4	4,1	3,6	2,6	1,2	4	3,6	1,3	0,5	0,6
8	1,2	0,7	1,8	0,7	0,9	0,5	0,8	1,3	1	1,7	1,9	2,5	3,7	3,3	3,7	4	4,7	3,4	1,4	1,3	1,5	2,4	0,8	0,6
9	1,1	1,7	1,6	1,1	1,8	1,8	2,8	1,1	2,1	2,7	5,9	6,7	7,3	6,8	6,1	4,9	4,3	3,9	3	1,5	1,1	1,3	0,8	0,8
10	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	1,2	1,4	0,6	1,6	2,8	3	4	2,9	3,3	3,7	1,3	0,5	0,6	0,5
11	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,7	0,6	0,5	0,6	2,6	3,2	2,3	3	2,8	1,8	2,8	2,8	3,8	3	3,1	0,5
12	2,5	1,6	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	1,2	1,2	1,4	3,9	6,1	6,4	7,1	7,3	6,7	7,9	7,3	5,6	4,1	1,5	0,9	1,3	
13	0,5	1,9	0,9	0,6	1,3	2,7	3,1	3,5	4,1	4	3,6	3,5	4,5	2,6	2,3	2,8	2	2,1	2	1,9	2,8	2,9	0,9	1,1
14	1,6	1,4	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6	0,8	2,5	3,4	3,5	3,8	4,4	4,2	3,5	3,6	3,1	2,8	2,7	1,4	1,2
15	0,5	1,1	1,2	1,1	0,7	0,7	1,1	0,7	0,7	1,6	1,4	1,8	3	4,3	4,8	5,2	5,4	7,5	6,6	5,7	6,2	4,1	2,3	0,7
16	0,4	0,4	1	1,1	0,9	0,8	0,6	0,7	0,6	1,1	1,6	5,1	5,6	5,7	5,9	5	5,1	3,9	3,9	3	2,2	1,3	0,9	1,3
17	1,3	2,3	1,7	0,9	0,9	0,6	0,6	0,4	0,5	1	1,4	1,5	2,7	3,5	4,5	4,3	5,2	4,7	5	4,2	2,7	2,1	1,2	1,5
18	0,8	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,8	0,7	1,1	1,3	3,3	5,7	7	7,3	7,1	6,8	6,7	6	4,2	3,8	2,1	0,8	0,6
19	0,4	0,4	1,4	1,1	0,9	0,6	0,6	0,6	0,4	1,2	1,2	1,7	2,1	3,1	4,3	4,7	4,7	4,4	4	5	4,3	2,8	2,2	0,4
20	1,6	1	0,9	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6	1,4	2,4	3,6	5,4	6,1	6	5,8	5,5	5	4	3,5	1,1	0,5	0,7	1,1	
21	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,9	1,1	1,3	2,2	5	5,5	6	6,9	5,7	5	3,6	2,5	0,9	0,4	1,2
22	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,5	1,1	2,9	5,5	6,4	7,7	6,9	6,3	7	6,6	5,9	4,9	2,3	1,7	1,3	0,4
23	1	0,5	0,6	1,2	1,6	1,3	0,5	1	1,4	1,3	0,8	2,7	3,8	5,3	5,1	4,9	4,3	4,3	3,7	3,4	2,7	2,2	2	1,1
24	2,6	1,6	0,7	0,9	0,5	0,6	0,5	0,5	1,4	1,6	1,9	2,6	4,4	4,4	3,7	4,2	3,7	3,5	4,5	4,3	3,3	2,5	2,5	2,5
25	1,5	1,1	0,9	0,6	0,5	0,9	0,9	0,6	1	1,8	1,5	3,2	4,3	4,7	4,4									

Tabla A.16
Humedad relativa [%]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	71	68,2	73,4	73	75	76,6	76,7	60,3	45,4	37,9	33,6	31,5	27,1	24,1	20,9	19,3	24,7	26,9	31,1	33,9	42,4	47,6	56,5	69,4
2	70,1	72,3	73,7	76,4	78,9	79,3	80,3	59	44,3	38,1	36,9	33,8	32,8	30,8	27,7	26,5	31,1	36,5	49,9	59	65,6	70	76,4	67,5
3	82,8	83,8	84,7	85,4	85,8	85,8	85,7	83,1	61,4	55,3	56,7	53,4	48,4	49,5	52	55,7	60,1	66,6	70,3	73,3	75,1	77,4	78,7	79,6
4	82,4	78,8	79,7	78,6	80,2	77,2	76,4	74,5	74,2	72,5	72,3	73,3	68,6	62,6	53,5	48,8	49,3	55,2	62,1	64,9	73,4	73,8	62,9	79,4
5	62,3	72,3	77,4	77,8	80,1	71,2	76	63	48,7	46,5	43,4	35,8	29	20,8	18,6	21,9	26,1	29,1	28	28,4	32,7	41,6	41,3	58
6	46,3	54	52,9	51	56,9	62,2	62,8	43,4	35,2	29,7	21,3	20,3	19,1	18,3	14,4	15,9	18,1	25,8	33	36,7	46	54,6	57,5	39,9
7	63,5	67,3	71,5	73,3	76,3	77,4	79,1	59	44,8	41,2	34	27,2	21,7	19,5	19,5	20,4	21,6	24,2	29,2	33,9	35,6	41,5	48,4	60,2
8	49,3	51,3	50,5	54,6	58,7	60,9	60,1	56,3	51,7	45,2	38,2	39,1	45,1	44,4	45,3	40,9	37,7	45,6	54	57	60,5	51,5	61,4	49,7
9	72,5	71,6	65,4	68,4	70,5	66,8	66,6	68,7	65,3	59,8	59	61	64	59,8	55	54	56,5	59,3	60,5	63,4	70,3	69,2	74,1	68,9
10	80,8	81,5	82,7	83,6	83,9	83,6	84,3	82,2	61,9	54,5	50,2	45,5	43,4	38	39,4	43,6	45,9	47,3	51,5	56,2	61,2	68,7	71,9	79
11	76,9	79,1	79	79,1	79,9	80,7	82	69,7	53,9	45,5	42,9	38	35,9	32,4	29,2	29,4	29,3	32,1	38,8	43,2	47,4	50,6	53,7	75,1
12	60,6	63,9	71,8	74,9	75,6	77,3	79,1	78,2	58,8	49,1	42,6	41,3	37,6	35,9	36,1	40,2	44,6	51,4	59,4	64,7	68,7	70,8	76,7	61,5
13	81,1	80	81,6	82,6	82,7	83,6	84,9	83	83	77,8	75,1	70,8	66,1	60,8	61,8	61,4	63,2	68,3	69,5	70	71,1	73,3	75,6	79,4
14	80,5	79,9	80,9	83,2	84	84,7	85,4	85,7	85,6	66,9	58,6	53,5	49,6	42,6	39,1	36,9	38,1	40,6	44,9	49,7	53,3	56,3	61,7	77,8
15	72,5	75,2	73,9	77,3	79,7	80,3	82,7	82	64,6	55,3	49,3	42,9	40,2	36,1	32,5	33,6	33,5	36,6	38,5	41,8	41	37,6	44,7	68,2
16	60,4	63,2	63,1	65,4	69	71	71,9	72,2	52,1	44	35,1	34,6	30,5	26,5	25,7	23,9	25,6	27,2	30,1	32,1	39,1	44	50,1	50,3
17	53,7	48,5	51,3	60,8	68,7	71,8	73,3	75,2	51	41,3	37,9	32,3	30,2	26,3	21,5	20,3	21,9	22,8	26,1	30,5	29,7	37,8	44,9	54
18	55	59	61,2	62,3	64	65,9	66,9	65,5	46,3	35,2	29,2	25,2	24,4	22,3	20	17,3	19,5	27,1	22	26,7	34,7	42,6	45,6	51,7
19	60,5	62,2	59,3	54,8	64,8	69,5	71,7	73,4	51,7	38,6	32,9	30,2	25,3	21,7	21,2	20,9	21,6	23,9	27,3	35	38,2	43,6	46,2	55,1
20	60,4	64,4	67,6	71,6	71,3	74,6	75,8	76,9	53,4	44,3	40,3	38,1	33,9	33,6	32	34,3	38,3	45,5	52,4	60,3	64,9	73,3	77,3	57,9
21	81	82,1	83,1	83,5	84,3	84,4	84,7	85	80,8	54,7	44,1	38,2	33,2	30,3	27,4	25	29,6	37,2	48,5	54,9	62,9	70,5	75,6	78,5
22	81,6	81,8	82,6	83,4	83,9	84,4	84,7	85,2	84,7	63,5	56	59,3	55,6	53,3	50,9	52,1	56,2	63,2	71,7	76,3	79,5	82,6	84	80,1
23	85,1	85	84,6	84,6	84,5	83,8	82,6	81,3	81,1	80,5	78,1	74,7	68,3	63,7	59,8	62,8	66,9	71,4	72,5	73,5	73	71,4	71	84,7
24	71,4	70,2	71,3	72,3	74	75,2	79,4	81	79,6	60,1	55	51,9	45,4	42,1	42,5	42,7	44,9	50,6	53,5	55,3	56,5	60	61,7	71,6
25	67,7	69,4	71,8	71,7	71,7	73	75,7	79,6	76,7	59,6	53,5	48,8	47,3	45	46,8	49,4	51	54,1	57	61,2	65,7	67,2	73,4	65,8
26	74,5	77,2	80,2	82,4	83,1	83,3	80	81,9	79,7	68,6	60,8	63,9	62,8	65,1	59,7	61	63,7	63,7	67,6	69,7	68,2	70,9	72,4	73
27	74	75,6	75,9	76,8	75,5	75,9	75,4	75,3	73	71,2	77,1	77,8	76,2	79,1	71,3	70,3	69,5	76,9	78,2	81,9	81,6	79,6	81,1	74
28	84,1	84,7	84,4	84,7	84,8	85	85	84,9	85,5	85,8	80,3	63,9	52,3	48,9	46,4	44,2	45,8	50,4	57,7	67,3	71,1	72,8	76,4	83
29	81,1	82,4	83,3	84	83,8	84,1	84,5	84,8	84,7	68,6	48	42,5	34,4	29,4	25,2	23,9	23,9	29,5	44	55,6	64,4	66,9	69,7	79,1
30	77,5	78,6	81,2	82,6	83	80	81,1	82,2	73,9	46,4	38,1	24,9	18,9	16,2	15,2	13,4	14	18,7	25,7	35,4	39,8	47,1	56,5	71,1

Mayo

Tabla A.17
Velocidad del viento [m/s]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,4	0,8	1	1	1,1	1,1	2,3	3,3	3,3	3,2	2,4	2,4	1,8	0,8	0,9	0,5	0,9	0,4
2	0,7	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	1,1	0,9	1,1	1,1	3	3,6	4,6	4,1	3,8	2,4	2,5	2,2	1,1	0,4	0,5	0,8
3	1	0,5	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	1,1	1,1	1,4	3,4	3,7	2,8	2,1	2,8	2,3	1,8	1,4	0,7	0,8	1,2	1,1
4	1,1	0,6	0,7	0,5	0,7	0,5	0,6	1	0,6	1	1,1	1	1,8	2,5	3	2,7	3,3	2,5	1	0,9	1,1	1,5	1,3	1,6
5	1,2	0,5	1,2	1	0,9	0,8	0,7	0,4	0,8	1,4	3,9	5,2	5,4	5,1	5	4,2	3,7	3,3	3,6	3,1	0,9	0,4	0,4	0,4
6	0,4	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,8	0,7	0,9	1,1	3,4	3,8	3,8	3,4	2,6	1,8	2,1	1,3	0,6	1,3	0,9	1,7	1,5	1,7
7	0,6	0,6	1,3	0,9	1,5	1,6	1	1	0,8	1,5	1,7	2,1	2,3	2,2	1,9	2,1	1,8	0,9	1,4	0,6	0,7	0,7	0,7	1
8	0,6	0,7	0,7	0,6	0,4	0,5	1	1	0,8	1	0,8	1,2	2,4	3,4	3,6	3,1	3,7	2,8	1,2	1,9	0,9	0,7	0,9	0,6
9	0,8	0,6	0,4	0,7	0,5	0,6	0,8	0,7	2	1,1	1,2	4,2	5	3,6	4,2	4,1	3	1,2	0,9	0,4	0,4	0,4	1,2	0,7
10	0,6	0,8	0,8	0,9	0,6	0,6	0,8	1	0,7	0,9	0,8	1,1	2,8	6,2	6,8	5,1	5,9	4	2	1,3	0,9	1,5	0,7	0,7
11	0,6	0,9	0,4	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4	2,1	2	0,9	0,7	2,6	2	1	1,2	0,7	0,5	0,5	0,7	0,4	1	0,7	0,5
12	0,8	1	0,6	0,7	0,8	0,5	0,9	0,5	0,6	0,5	0,5	1,1	1	4,6	5,2	4,2	4,4	3,2	3,1	1,1	0,8	0,9	0,6	0,9
13	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0,7	0,5	1,1	1,3	1,2	0,9	1,7	2,1	2,8	3,3	3,5	2,4	1,9	2,5	0,7	0,7	0,4	0,7
14	0,6	0,8	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6	1,9	2,6	3,2	3,8	4,5	4,2	3,4	3,3	3,2	1,1	0,6	0,8	0,8	0,4
15	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,8	1,4	1,9	4,5	5	4,9	4,9	5,3	5	4,7	3,6	2,7	1,6	1,4	1,5
16	0,9	0,7	0,9	1,8	1,4	1,1	1,3	1,4	1,1	0,8	1,2	0,9	1	2	3,5	3,8	3,1	1,8	0,8	0,5	0,7	0,5	0,9	1,4
17	1,1	1,2	1,2	0,9	0,8	0,5	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	2,5	3,2	3,7	3,7	3,2	1,9	1,8	2,2	2,8	1,5	0,9	1,2
18	0,6	0,4	0,7	0,9	0,4	0,7	0,8	0,8	0,6	0,7	2,6	3,2	3,4	1,9	3,2	3,5	3,6	4	3,3	3,7	3,2	3,1	1,9	1,2
19	0,7	0,5	1,5	3,5	4,3	3	1,5	2,4	2,6	1,6	2,4	3,1	2	1,2	1	2,4	1,9	1,8	1,1	1	1,6	0,7	0,5	0,4
20	0,6	0,7	0,4	1,2	0,6	0,7	1,3	1,1	2,4	2,8	1,1	1	2,1	3,2	3,5	3,5	3,4	2,7	1,7	0,7	0,5	0,6	0,6	0,6
21	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	1,1	1,3	0,5	0,6	0,7	0,9	0,9	1,2	1,3	1,6	1,8	2,2	2,1	4,2	4,2	2,3	2,6	2,9	1,8
22	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,9	0,7	0,4	0,4	1	1	1,6	2,2	2	2,2	2,7	2,3	2,3	2,3	1,4	0,6	0,6	0,9	0,4
23	0,8	0,5	0,4	0,9	0,4	0,7	0,5	0,5	0,4	1	0,8	1,6	3,1	4,5	4,4	4,7	5,9	5,4	4,4	4	2,3	1	0,7	0,4
24	0,6	0,6	0,6	1	0,6	0,5	0,4	1,1	0,8	0,8	1	1,8	2,1	2,1	2,3	2,5	2,1	2,4	1	0,4	0,7	0,7	1	0,5
25	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,2	1,2	1,3	0,9	2,4	3	3	2,6	1	0,4	0,7	0,9	0,5	0,4	0,7
26	0,7	0,8	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9																

**Tabla A.18
Temperatura ambiente [°C]**

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	4,9	4,5	3,5	3,1	2,6	1	0,9	4,6	11,6	15,4	18,5	21,1	22,9	23,8	24,3	24,7	23,2	19,3	15,9	11,1	8,2	7	6,4	7
2	4,1	3,9	2,3	2,5	1,4	0,7	0,7	4,3	12,1	16,7	20,3	23,2	24,7	26,4	26,3	26,4	24,4	20,6	18,8	16,6	11,8	9,4	5,9	4,8
3	5,6	4,1	2,7	2	2,1	1,5	1	3,7	11,1	16,6	20,2	22,6	23,4	24,2	24,4	25,1	22,7	19,3	17	14,3	10	8,2	10	5,6
4	6,2	2,8	2,5	1,6	1,1	0,1	1,1	5,1	11,8	16,7	20,4	23,9	25,6	26,4	26,8	27,3	24,9	21,3	16,2	13	11,8	13,8	13	8,1
5	10,6	6,7	6,5	5,1	3,8	2,8	2,5	4,3	11,9	15,8	19,7	20,1	20,3	20,5	20,2	19,4	17,5	14,8	13,2	11,8	9,4	6,5	5,2	12,3
6	3,4	4	4,7	5,3	5,7	6,1	5,6	6,5	7,3	8,6	9,7	11,1	11,9	12,3	12,4	12,1	11,9	11,5	11,3	11,2	11,1	11	11	3,9
7	10,5	10,5	10,6	10,5	10,4	10,3	10,1	10,3	11	11,6	12,3	12,7	12,7	13,5	14,4	13,8	12,9	9,7	9	5,9	3,8	4,2	4,3	10,7
8	4,1	3	1,3	0,7	-0,6	-1,2	-0,6	2,7	6,3	10	15,2	18,5	20,2	21,9	22,2	22,7	20,3	17,2	13,6	12,3	8,2	5	4,8	4,6
9	3,3	3,5	1,1	1,4	-0,1	-0,8	-1	2,5	8,2	13,4	17,5	18	18,9	20,4	20,2	20,6	19	15,2	11,5	6,4	4,3	3,3	5,8	3,9
10	3,7	2,9	4,4	4,4	4,5	4,4	4,4	4,7	5,9	6,5	8,2	13,7	18	15	13,4	12,6	10,6	9,8	8,6	7	6,2	6,5	4,4	4,7
11	5,8	5,3	4,8	4,2	4,8	4,3	4,4	5,3	7,5	9,9	13,1	15,7	16,4	19,7	21,6	22,1	19,7	14,4	9,8	8,9	8,3	8,7	7,5	4,5
12	8,2	6,8	5,2	5	4,7	5,9	6,2	8,3	10,4	14,6	18,4	21	25	24,6	23	22,2	19,7	18	17,1	14,4	11,5	8,5	6,7	8,3
13	4,6	2,7	2,1	2,3	1,2	0,8	1,6	4,5	10,5	13,8	18,2	21,3	24,2	24,8	24,8	24,3	21,6	18,7	16,3	16,3	11,1	7,4	5,9	6,1
14	4,6	3,9	3,1	2,4	2,6	2,7	2,7	3	9,4	15,8	19,2	21	22,4	22,9	22,3	22,1	20,5	17,9	16,3	11,5	8,6	7,9	6,5	4,9
15	3	3,5	4,5	4,6	3,4	2,2	1,4	2,9	7,8	12,3	15,6	17,4	16,5	16,5	16,7	14,9	11,9	9,9	8,8	8,7	8,8	8,6	8,4	4,5
16	8,3	8,3	8,2	7,9	7,6	7,4	7,3	7,1	7,3	8,2	10,2	12,5	15,9	18,3	19	19,3	17,3	14,5	11,3	8,8	7,5	6,7	5,6	8,3
17	8,1	5,2	4,7	4,3	2,7	0,4	2,7	3,3	9	13,1	16,7	19,5	20,9	21,6	21,4	21,2	19	16,2	15	12	12,1	9,1	6,7	5,5
18	3,5	1,7	3,9	3,5	1,5	0,3	2,1	1,6	3,8	7	10,5	12,2	14,8	18	17,2	16,7	14,9	12,6	10,9	9,8	9,2	8,5	8	5,8
19	7,6	8,3	8,8	8,8	8,9	9,1	9,1	9,1	9,7	10,5	10,9	11,7	13	14	14	14,2	13,2	11,9	9,4	8,5	10,1	7,7	6,1	7,7
20	5,9	5,4	4,8	5,2	5	4,8	6,2	7,4	9,1	10	12,9	14,6	15,5	15,9	16,3	15,4	14,3	13,1	11,9	9,1	6,2	4,2	3,6	5,8
21	3,3	3	3,1	2,7	4,4	5,8	6,8	5,8	8	9,9	12,2	14,9	16,6	17,7	15,4	15	13,9	12,7	12,3	12	12,1	11,3	10,6	3,7
22	9,3	8,2	7,5	7,6	6,6	5,7	4,7	4,3	10,6	14	16	17,1	18,3	19,3	19,3	19,2	16,8	14,3	13,6	11,2	7,8	5,5	5,8	10,3
23	3,5	3,1	1,7	2,1	1,4	0,9	0,1	1,1	6,9	12,8	16,1	17,7	18,6	19,5	19	18,3	14,9	13,1	12,1	10,9	10,3	7,6	5,8	5,5
24	5,1	5,1	5,5	5,8	5,9	6,9	7,2	7,9	8,7	10,3	13,4	14,1	14,5	14,1	15,2	15,5	13,8	12,3	8,9	5,9	5,9	5,1	4	5,4
25	1	0,5	1,1	-0,6	-1,4	-1,3	-2	-1,2	4,8	10,4	14,4	16,8	19,8	20,9	20,7	21,2	19	13,7	7,5	4,3	5	2,5	1	2,6
26	0,3	0	0,1	-0,5	-0,3	-1,5	-0,9	0,1	8,9	14	17,6	20,4	21,6	21,9	22,4	21,4	18,9	15,9	14,6	13,2	9,6	6,1	3,3	0,5
27	1,6	2	0,3	-0,1	0,2	-0,9	-0,8	-0,6	6,8	12,8	15,9	18,5	19,9	20,4	20,2	20	17,8	15,2	14	11,6	8,5	5,8	5,8	2,1
28	3,2	0,9	0,1	0,7	0,7	0,9	0,9	2,3	5,8	9,7	13,6	16,4	18	18,8	18,3	17,8	15,2	10,4	8,3	6,2	4,3	2,7	0,9	6,4
29	-0,3	-0,9	-1,8	-2,5	-2,6	-2,3	-2,7	-1,2	7,7	13,3	16	18,8	20,3	21,1	20,9	20,5	17,8	15,2	12,8	6,9	3,8	1,5	1,4	0,2
30	0	-0,9	-0,3	0,4	1,1	0,1	-2,2	-2,2	7,3	12,8	15,4	17,4	18,6	19,8	19,5	19	16,6	12,9	8	3,3	1,7	1,4	0,9	0,6
31	-1,1	-1,9	-2,9	-2,6	-2,9	-3,4	-3,5	-2,5	4,5	11,7	15	18,9	21,5	21,6	22,5	23,5	18,6	12,4	8,3	5,6	3,2	2,1	0,8	-0,5

**Tabla A.19
Radiación solar incidente [W/m²]**

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	0	0	75,7	254	421	547	615	622	575	460	302	104	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	80,6	260	430	550	619	633	573	465	310	104	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	61,1	241	404	530	596	608	548	442	299	97,7	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	74,5	237	399	526	598	580	551	447	309	112	1,2	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	58,6	220	392	524	568	586	529	410	222	90,4	2,4	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	3,7	25,6	64,7	110	191	165	149	89,1	29,3	26,9	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	3,7	34,2	80,6	114	161	105	171	230	123	51,3	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	45,2	209	390	514	573	571	518	412	261	76,9	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	56,2	223	392	510	575	586	528	419	264	74,5	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	6,1	44	114	338	550	552	405	278	122	41,5	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	19,5	94	165	230	254	265	359	327	216	57,4	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	24,4	106	215	283	328	486	270	195	133	37,9	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	51,3	210	364	480	548	556	503	393	242	64,7	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	4,9	184	335	468	529	534	481	382	241	62,3	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	23,2	166	337	425	518	524	471	353	200	64,7	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	26,9	116	247	491	534	482	392	253	68,4	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	40,3	197	352	468	537	542	484	374	241	58,6	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	22	97,7	221	435	502	509	447	339	198	40,3	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	24,4	78,1	103	198	258	220	155	136	28,1	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	18,3	76,9	158	228	321	328	287	226	116	33	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	14,7	87,9	137	263	387	451	350	86,7	40,3	8,5	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	30,5	178	324	437	488	499	444	348	211	47,6	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	24,4	172	326	427	479	486	436	333	203	40,3	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	1,2	30,5	156	392	350	264	203	307	193	39,1	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	19,5	175	336	441	504	509	449	353	219	46,4	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	41,5	186	315	424	463	442	418	359	219	44	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	25,6	159	296	409	431	449	404	298	189	47,6	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	4,9	61,1	169	274	325	314	238	170	85,5	18,3	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	29,3	164	307	416	476	471	416	326	203	39,1	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	24,4	151	289	391	446												

Tabla A.20
Humedad relativa [%]

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

Junio

Tabla A.21
Velocidad del viento [m/s]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0,6	0,8	0,6	1	0,9	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	1	4,1	5,3	5,1	5,1	4,1	2,5	2,1	1,8	1	0,7	0,6	0,4
2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,4	3,2	-	4	4	2,8	2,7	0,6	0,5	0,9	0,4	0,5	0,8
3	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,9	1	1	1,1	1,5	1,1	1,2	1,9	1,1	0,4	0,4	0,6	0,5	0,7	0,6
4	0,8	0,6	0,6	0,8	0,5	0,8	0,7	0,6	0,6	1	1,2	1,4	3,3	4,7	4,4	4,4	4,8	4	2,7	0,9	0,9	0,5	0,7	0,9
5	0,8	0,8	0,7	1	0,5	1	1,1	1	1,3	1,2	1,2	1,7	2,1	3,9	3,2	2,5	1,6	1,5	2,5	3,1	1,5	2,3	1,5	0,7
6	1,1	1,1	1,3	0,8	1,8	1,2	0,9	1,8	0,6	0,7	2,2	0,9	1,3	1,6	1,7	1,9	1,6	1,8	2,9	1,5	0,7	0,5	0,4	0,6
7	0,6	0,8	0,8	0,9	0,6	0,4	0,6	0,7	0,7	1,4	1	1	0,6	1	2,6	2,4	0,9	1,5	1	0,8	1,7	1,8	1,3	1,3
8	0,5	0,6	0,6	1	0,4	0,8	0,6	1,1	2,7	3,4	3,9	3,6	3,7	4	3,4	2,9	2,2	1,9	0,8	0,9	0,5	0,6	0,5	0,4
9	0,4	0,7	1	0,9	0,7	0,7	0,5	0,6	0,7	1,1	1,3	1,1	1,9	2,1	1,7	1,2	0,7	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	0,5
10	0,5	0,7	0,8	0,6	0,5	0,4	0,5	0,8	0,4	1,4	1,3	1	1	2,7	3,1	3,2	3,6	3,3	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8
11	0,8	0,4	0,5	0,8	0,5	0,6	0,4	0,6	0,5	0,6	0,8	1,5	2,6	5	3,6	3,8	2,8	3	2,6	1	1	1,1	1	2,3
12	1	0,9	1	1,6	2,2	0,7	0,5	0,6	0,6	1,2	1,4	1,5	1,1	1,7	1,3	1,1	0,8	0,6	1,1	1,1	0,5	0,4	0,5	0,5
13	0,4	0,4	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,9	1	1	0,9	1,7	3,8	4	3,8	2,3	1,4	1,1	0,9	0,7	0,9	0,5
14	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	2,6	4,7	4,5	4,8	5,5	5,2	4	2,4	0,8	0,7	0,7	1,7	1	0,6
15	1,6	2,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,8	1,4	3,4	3,5	2,3	1,4	1,4	2,3	2,8	2,5	1,9	0,6	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6
16	0,4	0,5	1	0,9	0,7	1,1	0,8	0,6	2	1,7	1,3	0,9	1,6	3,8	3,3	3,2	3,1	3,2	1,8	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
17	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,8	0,4	0,4	1,3	1,9	3,7	4,2	3,8	3,3	3	3	3,5	3,3	2	0,8	0,5	0,4	0,7
18	0,9	0,9	0,6	0,7	0,6	1	0,5	0,7	0,6	1,1	1,5	2,7	1,7	2,6	3,8	3,4	3,9	3,1	2,3	2,5	3,6	3,8	2,6	2
19	0,9	1,8	1,9	1,8	1,8	1,9	1,2	1,3	1,3	1	0,9	0,7	1,6	2,8	2,6	2,6	2,6	1,8	1,3	0,8	0,5	0,8	0,5	0,7
20	0,7	0,9	1	0,9	0,8	1,9	1,2	1,7	1,3	0,9	2,3	1,9	1,4	1,4	2,9	3,3	2,9	3,3	2,8	0,7	1,1	0,7	0,7	0,7
21	0,8	1,4	1,9	3	3,3	2,3	1	2,1	2,6	1,8	0,9	1,4	1,2	1,3	1,3	1	1,1	0,7	0,6	0,4	0,4	0,9	0,5	0,6
22	0,4	0,4	0,8	0,4	0,6	1	0,8	0,8	0,8	0,9	0,5	1	1,3	3,1	3,9	3,3	2,3	1,2	2,1	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9
23	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,8	1,3	3,1	2,9	3,1	3,5	3,9	3,4	2,5	1,8	1,1	0,5	0,6	0,4
24	0,4	0,7	0,9	0,8	0,5	0,4	0,4	0,9	2,1	1,4	1,1	1,1	1,4	2	2	2,3	2,3	1,5	0,8	1,2	1,2	0,7	1,1	0,5
25	0,8	0,4	0,5	0,5	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4														

Tabla A.22
Temperatura ambiente [°C]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	0,6	0,8	0,4	0,9	0,1	0,8	1,9	0,9	2,8	4,1	7,5	12,9	14,4	14,5	14,7	14	12,2	10,4	9,1	8	3,9	1	0,4	1,6	
2	1,5	1,5	1,7	2,6	1,9	2,2	2,6	2,6	0,3	3,8	9,2	12,7	14,5	-	15,5	15	13,5	11,7	7,1	2,4	0,9	0,4	0,3	1,4	
3	2,1	2,6	2,6	3,8	2,2	2,3	4,2	4,2	3,9	10,3	13,8	17,1	19,5	21	21,3	21,3	17,8	12,2	7	3,5	1,7	0,5	1	0,2	
4	0,3	0,8	1	0,5	2,3	2,8	2,9	2	2,1	8	9,9	12,9	13,7	15,1	14,6	13,8	12,7	11,5	10,7	7,5	5,6	3,4	2,9	2,9	
5	4,7	4,4	3,6	4,2	3,6	4,3	4,7	4,9	6,3	8,6	11,1	11,9	13	14,2	14,5	14,2	13,1	12,5	11,3	10,3	9,5	9,4	9,2	8,4	
6	8,1	8,1	8,3	8,2	8,3	8,6	8,2	8,3	8,7	10,6	11,6	13,6	15,4	16,2	16,1	16	13,8	11,6	12,1	11,2	9,3	6,5	4,1	4,6	
7	6,5	6,2	6,6	7,5	6,7	6,7	6,8	6,7	7,5	9,3	9,5	10,5	11,1	11,3	11,6	13,8	12,5	11,8	10,3	9	10,7	11,5	9,9	9,8	
8	8,6	8	6,3	5	4,9	4,1	4,3	4,4	9,2	11,1	13	14,9	15,9	15,7	15,2	14,9	13	11,5	9,1	6,5	5,8	5,5	5	5	
9	3,7	4,2	5,6	6,2	6,7	6,5	4,6	4,1	7,6	11,3	13,7	16,3	17,4	18,3	19	19,1	16,2	10,2	7,1	5,6	4,6	4	3,4	2,8	
10	1,3	2	2,5	3	1	0,4	0,1	0,8	7	11,8	15,3	18	20,9	22,5	22,5	22,1	20,2	17,3	13,7	9,3	7,3	5,8	4	3,4	
11	2,6	1,6	0,9	1	1,1	0,9	0,1	1,7	7,1	13	16,4	18,9	20,3	20,8	20,6	20,1	17,9	15,9	15,5	13,2	12,1	11	9,2	11,7	
12	10	9,3	9	9,6	9,7	6,7	4	4,8	10,3	13,7	14,9	16,8	18,5	19,6	20,3	20,3	16,5	11,2	8,9	9,3	5,9	3,6	2,7	1,6	
13	1,9	0,2	0,5	0,5	0,1	0,4	0,7	0,2	6	11,6	14,9	17,4	20,6	22,9	22,8	22,4	19,8	17,2	12,6	9,5	8,9	5,1	3,2	2,4	
14	1,6	0,4	1,2	1,2	0,9	0,9	1,7	0,1	2,8	8,9	11,6	12	13	13,5	13	11,9	10,4	8,8	6,3	3,9	3,5	5,4	5,3	3,2	
15	4	6,1	3,8	3,2	4,1	4,6	4,5	5,1	5,7	6,8	8,3	8,7	9,5	10,5	10,5	9,2	7,6	6,4	4,5	2,5	3	2,5	2,1	3	
16	2,8	2,2	1,6	1,9	2,2	2,3	2,5	2,5	2,7	3,3	3,9	6,4	11	12,4	13,7	14,3	12,3	10,4	8,9	4,8	1,6	0,1	0,2	1	
17	2,1	2,5	2	2,8	3,9	4,1	5	3,9	1,4	6,5	10,5	13	14	14,4	14,3	14,1	12,4	11,1	11	8,9	5,3	2,6	1,1	1,4	
18	1,4	0,2	0,5	0,5	0,1	0,3	0,5	0,9	2,2	4,6	7,3	8,7	8,2	7,7	7,5	7,6	7,6	7,6	7,6	7,7	8,9	8,5	8,6	8,1	7,8
19	6,4	6,4	7	6,9	7,7	7,9	6,9	6,8	7,7	8,5	10,4	11,8	13,4	14,1	13,5	14,1	12,8	11,7	9,7	8,7	7,4	6,2	5,1	5	
20	4,9	5,5	5,3	5,6	6	8	7	7,4	8	8,5	9,1	9,7	9,9	10,1	9,6	9,3	9	8,5	8	7,7	7,4	6,9	6,2	6,8	
21	6,8	6,9	7,1	8	8	7,6	7	7	7,3	8,3	9,5	10,6	12	13,5	13,7	13,8	11,5	7,5	5,1	3,8	2,9	2,9	1,7	1,2	
22	0,4	0,1	0,3	0,9	1,3	0,6	0,6	1,4	1,3	5,8	9,2	11,6	14	14,7	14,7	14,3	12,4	10	9,6	5,5	1,9	0,7	0,2	0,7	
23	0,2	0,8	2,6	2,5	2,6	3,1	2	0,4	3,7	7,6	10,8	13	14,4	16,4	16,8	15,4	12,8	10,9	9,3	7,1	5,1	2,8	1,4	0,9	
24	0,8	0,9	0,6	0,7	0,6	2,5	1,1	1,4	5,8	6,2	8,9	11,1	12,8	13,8	13,7	13,4	11,1	8,3	4,1	3,2	4,3	3,2	3,1	0,1	
25	1,1	2,1	3,2	2,8	3,5	3,9	4,6	2,3	1,5	5,6	8,4	11,1	14,1	16,6	17,6	17	13	8,3	4,4	2,1	1,1	0,4	1,3	2,1	
26	2,9	2	3,1	3,2	3,8	3,9	4,1	4,5	1,8	7,4	11,5	14,3	17,6	20,6	21,4	21,2	16,8	7,8	3,7	1,5	0,2	0,4	1,2	1,2	
27	2,1	2,4	2,2	1,5	1,3	3,5	3,3	4	2,5	7	9,4	10,8	11,1	11,9	12,3	12,1	10,3	8,5	6,4	2,6	0,7	0,5	0,1	0,9	
28	1,8	2	1,7	1,2	0,9	0,1	0,9	1,9	1	2,9	4,6	6,4	8,2	8,9	9,3	9,3	8,8	7,9	7,9	6,9	4,5	1,9	0,9	0,3	
29	0,6	0,2	0,1	1,8	1,7	1,3	2,1	2,8	3,4	5	6,3	6,8	7,3	7,8	7,2	6,5	6,4	6,5	6,8	7,9	8,2	7,4	7,3	7	
30	6,3	6,4	6,4	5,8	5,5	5,4	5,1	4,5	4,6	6,1	7,6	9,3	10,4	11,1	11,2	11	8,7	6,4	5,7	5,2	5,2	4,6	3,7	0,3	

Tabla A.23
Radiación solar incidente [W/m²]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	0	0	0	0	0	0	0	1,2	47,6	122	370	435	437	393	297	181	36,6	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	4,9	62,3	237	385	436	447	-	305	188	36,6	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	7,3	150	270	393	453	451	397	313	183	34,2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	15,9	96,5	206	296	408	402	328	237	126	28,1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	45,2	84,2	164	129	144	228	53,7	40,3	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	6,1	46,4	220	226	442	475	358	331	156	20,8	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	11	22	73,3	69,6	52,5	41,5	84,2	169	14,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	19,5	139	182	350	532	545	386	287	188	29,3	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	9,8	97,7	274	327	481	481	426	330	188	36,6	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	29,3	164	316	436	498	502	453	344	213	46,4	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	23,2	160	311	426	482	453	404	352	197	39,1	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	22	160	304	416	480	486	434	341	203	35,4	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	18,3	177	328	437	502	510	459	364	231	44	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	4,9	110	219	318	391	437	348	225	148	37,9	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	1,2	22	114	263	253	281	282	239	106	20,8	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	13,4	45,2	117	396	459	409	310	191	35,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	7,3	127	278	396	449	448	407	308	178	30,5	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	1,2	12,2	50,1	24,4	14,7	3,7	17,1	39,1	39,1	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	9,8	64,7	147	191	374	287	138	129	20,8	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	11	59,8	94	116	52,5	57,4	24,4	14,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	63,5	125	160	243	398	425	344	210	47,6	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	3,7	123	277	375	486	501	435	344	215	42,7	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	11	160	309	424	485	496	455	358	220	45,2	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	17,1	161	283	397	458	474	441	337	199	39,1	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	7,3	117	288	412	481	496	454	352	208	44	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	8,5	150	321	438	508	521	477	377	234	50,1	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	8,5	138	287	401	460	470	429	337	199	40,3	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	1,2	42,7	69,6	90,4	107	117	107	72	34,2	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	4,9	30,5	53,7	47,6	45,2	40,3	20,8	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	4,9	52,5	178	374	475	492	448	352	213	46,4	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla A.24
Humedad relativa [%]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	68,7	67,8	70,7	81,3	83,5	84,3	85	84,7	85,5	85,2	81,7	50,9	48,9	48,1	44,3	47	52,8	60,4	67,2	70,8	72,4	79,3	81,3	82
2	82,7	83,2	83,2	83,2	83,8	83,6	83,3	83,3	84,3	84,6	75,2	57,3	47,4	-	41,3	42	40,7	53,1	58,2	69,4	74,4	78,1	80,8	81,2
3	82,2	82,4	82,5	82,4	83,3	82,8	82,3	82,8	82,1	49,6	36,9	28,1	23	22,5	21	20,6	28,1	39,6	51,6	60,7	64,6	66,6	69,2	69,6
4	68,3	66,5	71,2	69,5	74,2	74	75,6	75,2	72,3	52,8	53,7	49,2	49,9	43,8	47,3	52	57	62,6	64,7	71,3	77,1	79,8	80,7	81,4
5	82	80,5	81,6	81,8	81,8	81,6	81	79,2	75,8	67,5	58,9	57,9	55,8	53,1	50,1	53,2	58,6	59,9	72,3	77,5	82,7	84,8	85	85,2
6	85,4	85,6	85,7	85,8	85,9	85,1	85,2	85,2	84,5	81,7	74,6	64	53,1	49,9	48,7	48,2	55,7	64,8	61,1	64,4	70,5	77,7	80,8	83,2
7	83,7	83,2	83,6	82	82,2	83	83	82,9	82,8	76,2	74,7	71,7	70,4	69,8	69,5	60,6	64,5	66,7	72	77,4	69,6	65	72,7	73,4
8	78,4	79,6	80,8	83,2	83,9	83,9	84,3	84,5	78,3	72,4	66,5	59	55	53,2	55,4	54,1	59,1	67,4	75,1	79,8	82,2	83,6	83,7	84,4
9	84,3	85	85	85,5	85,4	85,1	84,7	85,1	85,5	75,8	63,1	52,3	50,9	46,8	44,3	43	48,5	65,8	75,3	80,1	81,8	83	83,7	83,9
10	83,8	84,6	85	85,1	84,6	84,7	84,7	84,9	84,5	64,7	48,6	40,8	32,5	25,2	28,1	27,7	24,4	36	41,8	54,8	62,3	70	76,3	78,1
11	80,8	81,6	82,7	83,5	83,1	83,4	83,7	84,1	76	51	40,8	35,4	33,3	30,8	32,3	32,4	46,8	55	56,5	64,8	69,8	73,4	77,3	74,5
12	77,1	80,7	81,4	72,7	74,7	80,8	82,9	84,2	76,4	62	57,8	51,6	47,4	46	43,2	42,6	51,8	66,4	71,7	62,3	72	78,9	81,4	82,4
13	82,9	82,9	83,1	84,3	84,2	84,6	84,9	84,4	84,3	65,8	50,1	42,6	32,8	26,4	26,4	24,7	27,4	33,9	48,1	59,8	61,7	70,5	75,5	79,6
14	80,3	81,8	82,3	83,1	83,3	83,6	83,3	84,3	84,6	68,5	54,8	55,5	52	50,3	51,5	59,3	66	71,4	76,6	80,8	82,5	83,8	79,4	82,6
15	84,2	81,9	83	84	84,8	84,9	85	85,2	84,7	79,8	71,6	70,2	67,9	64,2	64,7	68,9	73,6	77,2	80,8	81,9	84	84	84,1	84,6
16	84,8	84,7	84,8	85,1	85,2	85,4	85,4	85,4	85,5	85,6	85,4	84,4	65,7	54,1	47,7	44,5	52,3	62	66,6	74,6	79,4	81,4	82,3	83
17	82,8	82,8	83,3	83,2	82,3	82,3	81,6	82,2	83,9	78,9	57,6	51,2	50,2	49	48,8	49,3	53,5	56,6	57,8	64	73,6	78,5	80,8	82,7
18	83	83,3	83,5	84,4	83,9	84,6	84,6	84,6	85	85,5	82,7	76,4	79	82,5	78,7	78,9	76	73,3	69,8	73,6	67	66,9	69,7	70,9
19	76,6	76,6	75,6	76,3	69,8	69,9	76	75,6	73,4	73,4	62,2	57	50,6	47,4	48,8	46,2	48,5	53,5	69,1	73,8	78,9	80,4	80,8	82,1
20	82,4	82,3	81,8	82,2	81,9	73,4	78,6	82,3	82,8	82,7	81,4	77,4	76,1	75	74,9	73	71,1	71,8	74	75,1	78,2	78,8	80,5	80,3
21	79,5	79,9	80,2	75,9	73,3	76	82,9	83	81,1	75,8	70,4	62	60,8	55,3	49,3	50,7	57,3	71,5	79,4	81,7	82,8	83,3	83,4	83,8
22	83,5	83,8	83,8	83,7	83,6	84	84,2	83,9	84,3	83,6	74,4	59,4	52	52,9	42,7	41,8	45,5	46,5	56,8	62	73,8	78,8	80,7	82,1
23	82,6	82,8	82,2	82,9	82,9	82,7	83,5	84,3	82,1	68,4	52	46,3	38,5	31,6	31,4	43,5	46,2	49,7	54,2	64,8	71,9	78,7	79,8	81,4
24	82,1	83	83,3	83,6	83,7	83,2	84,3	83,4	67,7	66,1	57,9	52	48,7	44,9	44,6	46,4	51,8	59,6	71	74,1	69,9	71,7	74,4	78,5
25	81,1	81,3	81,5	82,2	82,1	82,1	81,9	83,3	82,4	76,6	61,7	53,1	43,5	29,4	27,5	31,3	43,2	58,2	65,2	70,3	72,9	75,3	77,8	79,4
26	80,3	81,2	81,2	81,6	81,6	81,8	81,4	81	76,2	55,3	42,6	32,7	22,7	14,9	14	15,9	20,9	41,5	52,7	63,6	68,4	73,5	73,8	76,3
27	78,5	79,2	80,5	79,7	78,6	79,3	81,4	81	78,9	63,4	58,1	53,4	55,6	53,2	51,5	51	59,2	67,2	72,3	78	81,3	82,8	83,3	83,2
28	83,4	83,8	83,6	83,8	84,3	84,4	84	83,9	84,1	85,4	85,1	82,8	71,6	66,4	64,9	63,7	65,3	69,1	70,2	73,8	78,1	81,5	82,4	83
29	83,2	83,6	83,7	84,7	84,3	84,1	84,5	84,4	84,4	83,9	80,1	74,5	71,3	72,3	78,7	81,9	82,2	82	83,3	84,6	81,8	79,4	76,1	77,3
30	81,2	80,2	78,1	80,2	81,2	80	81	80,1	75,3	65,2	61,5	58,1	53,9	50,2	48	48,1	53,4	53,1	54,4	58,1	59	62,3	65,3	74,5

Julio

Tabla A.25
Velocidad del viento [m/s]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	0,9	0,8	0,4	0,6	1,5	1,3	0,7	0,6	0,4	0,7	0,8	1,3	1,6	2,9	3	3	2,9	2,1	0,9	0,9	0,7	0,5	0,4	0,4	
2	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,5	0,4	0,4	0,8	1,1	1,1	2	2,3	2,2	1,7	1	0,4	0,8	0,9	0,5	0,8	0,5	
3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,7	0,7	0,6	1,4	1	1,1	1,1	1,1	2,4	3,2	2,1	1	0,7	0,7	0,8	0,7	0,5	0,8	
4	0,7	0,8	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	1,3	3,1	4,8	4,9	4,4	4,1	3	2,7	1,9	2,7	1,2	0,4	0,5	0,4		
5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,2	2,1	2,5	2,7	1,6	1,2	2,1	2,6	2,6	3	1,2	0,6	0,5	0,5	0,6	0,4		
6	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,9	1	2	2,4	2,2	1,6	1,6	0,8	0,6	0,5	0,6	0,7	1	0,4	
7	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,9	0,9	1,1	1,2	1	0,7	1	0,6	0,6	0,9	0,7	0,8	1,1	1,2	
8	0,9	1	0,7	0,5	0,8	0,9	0,8	2,1	1,1	1,9	1,7	2,4	3,7	4	3,7	3,2	2,2	1	0,5	0,5	0,7	0,8	0,5	0,6	
9	0,6	0,4	0,5	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	1,1	2,3	3,1	3,9	4	3,7	3,7	2,9	1,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4		
10	0,6	0,4	0,7	0,9	0,4	0,6	0,5	0,5	0,4	0,8	1	0,8	1,3	3,6	3,2	3,2	3,5	2,7	1,8	0,7	0,6	1	1,1	2,5	
11	0,6	0,4	0,8	1,7	1,9	1,7	1	0,6	0,8	2	2,3	2,6	2,9	2,2	1,6	2,4	2,4	2,6	2	0,9	0,6	0,6	0,5	0,6	
12	0,7	0,6	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,6	1	1,5	2,6	2,9	2,8	1,8	0,6	0,5	0,4	0,5	0,9	0,4	1,1		
13	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	1,5	1,4	2,2	4,2	3,5	4,2	4,7	5,9	2,9	1,4	0,9	1,1	0,6	0,4		
14	0,4	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	1,2	2	1,7	2,7	2,9	5,2	2,8	1,8	4,3	1,5	0,5	0,6	0,4	0,5		
15	0,5	0,8	0,4	0,7	0,4	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,8	1	0,8	1,5	1,6	1,9	1,5	1,2	0,9	0,9	1,2	1	3,5	
16	2,3	2,5	1,8	0,6	0,4	0,4	2,4	1,7	0,7	1,2	1	1,4	1,9	2	2,3	2,1	2	1,6	1,8	1,9	1	0,7	1,2	0,9	
17	0,6	1,3	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	1	1,2	1,3	1,6	1,4	1,2	1,7	1,9	1,3	3,7	4,9	4,7	3,9	1,8	1,2
18	2,7	3,3	1,8	0,9	0,8	0,5	0,7	1,6	1,1	2,2	1,9	1,6	1,7	1,9	1,6	1,2	1,2	0,7	0,4	0,5	1	0,4	0,5	0,7	
19	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	2,1	2,9	4,3	4,3	3,3	3,8	3,8	2	3	1,3	1	0,5	0,4	
20	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	1	0,7	0,4	0,4	0,9	1,4	2,9	3,7	3,8	3,4	2,8	2	1,3	1,4	0,5	0,5	0,8	0,8	
21	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	1,1	1,2	0,9	1,2	1,9	1,7	0,9	0,4	0,6	0,8	0,7	0,4	0,4	0,8	
22	0,6	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,7	0,8	1,2	1,1	1	1,5	2,8	1,7	0,7	0,8	0,5	1	0,5	0,7	0,8	
23	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,9	1,1	0,9	0,8	1,6	3,6	3,5	2,7	1,8	2,1	1,1	0,4	0,4	0,4	
24	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	2,2	1,7	2,8	3,6	4,1	4,9	3,7	4	1,7	3,2	6	3,3	2,2	1,3	0,9	0,9		
25	0,7	1,3	1,7	2,9	3,5	2,6	2	1,6	1,9	2,3	2,5	1,6	2,2	1,6	2	1,2	2,1	1,1	0,7	0,6	0,9	1,1	1,5	1,1	
26	2,5	1,2	0,7	0,6	0,7	0,7	0,5	0,4	0,5	1,1	1,1	1,2	1,5	1,9	2,2										

**Tabla A.28
Humedad relativa [%]**

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	78,9	79,9	81	81,3	82,3	79,8	81,3	81,1	80,4	70,2	58,2	57,8	51,4	45,1	47,3	48,8	57,4	60,9	64,2	70	71,4	76,1	78,9	80,5
2	80,8	81,1	81,3	80,7	80,7	80,2	80	80,9	80,7	71,1	56,7	52,4	47,4	46,8	46,2	44,9	52,6	62,5	73,3	77,6	69,9	76,9	79,1	80,1
3	80,5	80,8	80,8	80,2	80,2	81	80,6	80,3	80,6	68,4	52,8	43,4	36,1	31,1	32,6	30,9	32,2	47,8	60,1	67,8	71,6	72,8	76,3	78,2
4	78,6	79,4	79,6	80,3	80,4	80,7	80,2	80,7	78	55,9	44,6	45,2	43,8	42,1	43,4	47,6	54,2	58,6	63,7	73,6	77,1	81,1	82,6	82,9
5	84,1	84,7	84,8	85	84,9	85	84,9	85	84,7	80,1	68,1	56,4	51,7	46,7	48,7	51,3	56,8	60,3	65,6	74,2	77,4	80,9	79,7	78,8
6	78,2	79,7	80,8	81,9	82,1	84,3	83,6	83,5	83,8	74,2	60,3	54,2	49,5	46,8	47,7	47,4	53,9	65,1	73,6	79	81,3	82,8	81,8	82,3
7	82,5	83,9	83,1	82,9	82,4	82,7	81,7	81,9	83,3	82,3	65,9	50,3	36,1	26,2	22,5	20,2	31,3	50,4	60,9	65,4	66,4	68,1	72,3	69,8
8	69,4	64	67,5	70,4	71,3	68,4	65,8	69,9	71,4	67	59,7	57,3	54	52,9	49,9	50,1	55	63,8	73,6	77,9	79,9	79,4	80,3	81,7
9	81,8	81,9	83,2	83,9	84,1	84,3	84,4	84,4	84,6	76,1	63,3	57,8	54	51,8	56	60,8	64,8	69,5	73,4	78,6	81,9	83,3	83,7	84,4
10	85	84,4	85,6	86,2	85,4	85,2	84,9	85	85,6	86	80,2	60,4	51,5	44,3	43	43,8	52,6	57,1	60,5	70,3	75,2	79,8	81,8	83,6
11	84,6	85,4	85,7	86	85,9	85,8	85,7	85,5	85,4	85	84,9	82,6	66,1	55,7	50,6	50,8	55,7	62,7	65,9	68,4	73,9	77,1	79,6	81,8
12	82,7	83,6	83,8	85	84,4	84,1	84,7	84,6	84,4	79,7	61	52,1	44,3	41,3	42,3	42,6	48,2	62,6	71,9	77,8	81,2	82,2	82,6	83,9
13	83,2	83,9	83,6	84,1	84	83,8	83,9	83,8	84,1	81	59,3	48	45,1	42,3	38,3	42,7	59	55,7	57,6	64,5	74,8	76,6	78,3	80,8
14	82,7	83,4	83,2	83,2	83,2	83,3	82,9	83,2	84,2	84,4	75,7	52,9	43,6	36	38,9	42,4	41,8	58,9	76,8	80,8	83	83,8	83,8	83,9
15	83,9	83,8	83,8	83,4	83,2	83,7	83,6	83,8	84,1	83,8	79,9	75	69,5	76,6	76,4	74,1	72	75	74,7	73,2	76	75,9	75,6	75,5
16	79,4	79,7	81,8	82,2	82,7	82,8	82,7	81,1	80,1	79,4	66,4	60,3	57,6	54,5	52,8	55,1	55,9	66,1	70,3	67,3	72,3	75,8	79,7	79
17	80,4	82	81,3	81,7	82,2	82,4	82,2	82,7	82,1	71	59,2	54,9	51,4	45,5	43	43,7	52,8	61,4	60,9	58,9	56,2	58,9	63,7	68,9
18	69,4	71,6	70,9	75,3	78,9	80,3	81,8	75,6	65,1	59,3	60,1	54,4	49,8	45,7	40,5	38,8	45,1	62,3	72,5	76,8	76,9	78,1	80,2	80
19	80,4	81	81,3	81,4	81,3	81,5	81,7	81,6	81,5	71	56,4	52,6	44	37,7	40,9	45	47,5	50,4	56,3	65,5	70,8	74,5	79,3	80,8
20	81,4	82,8	82,5	82,9	82,7	83,5	83,5	83,5	83,5	77,5	57,9	54,3	50,1	36,9	33,3	33,8	38,5	47,1	51,5	59,6	67,4	74,9	76	78,8
21	80,2	80,8	81,3	82,6	83,1	82,4	82,9	82,7	80,9	60,6	51,6	45,5	37,4	32,6	29,5	28,6	33,2	51,3	66,4	69,1	72,6	76,3	78,6	79,4
22	80,6	80,7	81,5	81,3	81,4	82,1	82,4	82,3	73,9	52,8	41,9	34,7	27,6	21,1	23	21,7	28	42,8	56,8	61	69,1	73,9	72,8	69,4
23	74,4	79,1	80,8	81,3	82,6	82,1	82,6	81,6	61,1	49,4	36,4	29,1	24,5	19,9	16,5	24,1	26,7	37,5	48,8	54,3	70,6	76,5	81,3	82,4
24	83,8	84,3	84,4	84,7	85	85,1	85,5	85,8	86,1	86,1	86,1	85,5	80,7	71,1	73,2	71,5	74,7	76,9	75,6	75	75,3	76,9	77,2	80,7
25	81,9	83	82,3	81,1	76	75,8	76,8	79,4	79,5	78,6	73,8	59,7	56,4	53,5	54	46	54,1	66,9	76,6	79,9	81	78,2	81,1	78,6
26	67,2	74,8	80,5	81,6	82,7	83,4	83,2	83,1	81,2	66,2	57,4	51,5	42,6	27,4	29,2	31,7	42,4	50,7	59,2	58,4	68,4	76,3	70,6	67,4
27	76,6	79,7	81,3	82,1	82,5	83,4	83,2	83,5	83,8	72,5	60,1	54,3	53,5	51	52,3	55,7	59,9	66,1	69,7	71,3	76	79,2	81,9	82,4
28	83,2	83	83,1	83	83,2	83,8	83,7	84,1	85	83,4	70,5	64,1	60,6	57	54,6	53,6	66,2	71,8	76,6	79,9	77,7	79,8	78	80,6
29	81,8	80,6	82,7	82,4	82,5	83,8	83,8	83,4	82,2	77,7	64,6	63,3	62,1	55,3	55,6	59,2	64,7	66,5	65,5	65,2	68,5	74,2	75,3	67,1
30	66,4	72,2	76,3	78,9	75,4	74,7	76,8	74,6	76,5	77,1	79,5	81,1	79,4	79,1	77,4	72,9	77,2	78,4	78	80,2	81,8	82,5	83,1	83,3
31	83,5	84	83,9	83,6	83,6	83,8	84	84,1	82,5	67,8	57,3	60,9	58,7	46,7	42,8	48,2	58	64,8	68	73,8	75,2	70,6	78,9	81

Agosto

Tabla A.29
Velocidad del viento [m/s]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0,6	0,4	0,4	0,7	0,5	0,4	0,4	0,7	0,4	1,6	-	1,8	2,3	1,4	1,6	2,5	2,3	2,5	3,4	1,5	0,7	1,7	2,1	0,5
2	0,4	0,9	2,6	3,8	2,8	1,5	0,9	1,8	1,7	1,1	0,7	2,3	2,6	2,8	2,4	1,2	1,2	0,7	0,7	0,9	0,4	0,5	0,9	1
3	0,8	0,9	0,6	1,1	0,8	0,6	0,4	0,7	0,5	0,9	1,6	1	1,5	1,8	1,7	1,4	1,5	0,8	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7	0,5
4	0,7	0,7	0,8	1,4	0,6	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,9	3,8	4,8	3	1,2	1,3	1,9	1,5	0,8	0,8	1,4	0,9	0,9
5	1	1	1	0,7	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	1	0,7	0,8	1,1	0,7	0,8	0,7	0,4	0,9
6	0,6	0,7	0,6	0,7	1,3	0,7	1,5	1,5	1,1	0,8	0,9	2,3	1,3	1,5	0,7	0,6	1,6	4,7	3,3	1,6	1,1	0,4	0,6	0,7
7	0,4	0,5	0,7	1	0,8	0,6	1	0,8	0,6	0,6	1,7	2,3	1,5	1,1	1,4	1	0,7	1,3	2	1,7	1	0,8	0,9	0,8
8	1,1	1,4	1,1	1,3	1	0,8	0,6	0,7	1,2	0,9	2	3,2	3,5	5,4	6,4	4,5	1,5	1,1	1,7	1,5	0,7	1,1	0,7	0,8
9	0,9	0,7	1,6	0,5	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	1,7	2	3,3	4,6	4,5	4,8	4	3,1	2,4	1,5	3,2	1,2	1,7	3,6	0,7
10	0,8	0,7	1,3	0,8	1	1	0,9	0,4	0,6	0,8	0,8	1,7	2,3	1,9	1,9	2,4	2,7	1,9	4,3	4,5	3,2	3,2	1,5	1,3
11	0,4	0,5	1,7	0,7	0,4	0,4	0,4	0,7	0,4	0,9	1,2	1,1	2,5	3,6	4,3	3,9	3,8	3,9	3,4	2,4	2,8	1,5	1,9	0,5
12	0,7	1	0,8	0,7	0,9	0,4	0,7	1	0,5	1	3,8	4,5	4,4	4,7	4,6	4,5	5,2	5,2	4,3	3,9	3,6	3,3	3	0,7
13	2	1,8	1	0,7	1	1,2	1	1	1,1	1,2	1,4	1,6	1	1,6	2	1,9	2,2	2,1	2,6	1,1	0,6	0,4	0,4	3,2
14	0,5	0,6	0,8	0,4	0,5	0,6	0,4	0,4	0,5	1,7	3,3	3,9	4,6	5,3	4,8	4,7	4,8	3,5	5,2	5	4,5	2,1	0,9	0,5
15	3,6	3,9	4	3,6	3,1	2,5	1,8	1,4	0,9	2	1,1	1	0,7	0,8	0,7	0,5	0,6	1,1	2,7	2,6	1	2,8	3,8	3,5
16	2	1,6	1,3	0,5	0,8	3	2,3	1,7	0,4	0,4	1,8	2,7	3,2	2,7	1,8	2,5	3,2	3,6	2,2	1,4	0,8	0,9	0,8	3,3
17	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,8	0,6	1,3	2,8	2,5	2	1,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,5
18	0,5	0,5	1,2	0,9	4,1	5	5,8	4,5	2,1	1,6	2,3	2,4	2,2	2,5	3	3,1	3	1,6	1,4	0,6	0,4	0,4	0,4	1,2
19	0,8	1,2	0,4	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,7	1,3	1,4	2,4	2,3	2,6	2,3	1,9	1,1	0,5	0,9	0,5	0,9	1,2	0,4
20	0,7	0,6	0,5	0,4	0,7	0,5	0,6	0,6	0,5	0,9	1,1	1,1	1,6	3	4,1	4,3	3,8	3	2,5	0,8	0,6	0,4	0,7	0,9
21	1,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	1,1	0,8	1,5	3,1	3,5	4	5,3	5	3,9	3,6	3	1,3	0,9	0,8	0,5
22	1,1	0,8	0,4	0,5	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	2	2,4	1	1,2	3,3	3,7	3,9	4	2,8	2,7	1,2	0,8	0,9	0,9	0,6
23	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,9	1,2	0,4	0,7	1	1,1	0,9	2,4	3,3	3,6	4,1	3,2	3,8	3,2	2,4	1,2	0,6	0,5
24	1,1	1,2	1,4	0,9	0,8	1,6	4,1	5,7	3,3	1,3	1,1	1,5	0,9	2	2,7	3	2,8	2,5	2,1	0,7	0,5	0,4	0,4	1,1
25	0,4	0,5	0,6	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	1,4	0,8	0,6	1	2,3	2,3	0,8	1,1	0,6	0,9	1,3	2,7	1,5	1,3	1,1	0,4
26	2,3	1,9	2,1	2,8	2,4	5,9	2,5	1,2	1,4	1,4	3,6	3,7	4,7	5,7	5,8	4,3	2,6	1,4	1,1	2,2	2,5	1,7	1,1	1,6
27	1,6	2,3	4,2	1,6	1	0,6	0,6	0,6	1,5	1,2	0,7	1,1	2	2,1	2,1	1,7	1,6	2,3	1,9	2	1,6	0,8	0,8	1,9
28	1,2	1,2	0,9	0,9	1,3	2,6	2,6	1,1	0,9	1	1,4	2	1,9	3,2	1,4	2,3	3,1	3,7	3,2	2,7	2,4	1,1	0,8	0,8
29	0,4	0,4	0,7	0,5	1,4	0,8	0,5	0,8	1	1,1	1,3	1,3	1,3	1	2,1	2,1	1,8	2,2	2,2	1,8	0,8	0,5	0,4	0,6
30	0,9	0,7	1,1	0,6	0,9	0,6	0,4	0,6	0,5	1,1	1,3	1,2	0,9	1,5	1,8	0,9	1,3	1	0,8	1,3	0,6	0,9	1	0,9
31	0,7	0,7	0,4	0,4	0,9	0,7	0,7	0,8	1,2	1,2	1,3	0,8	1,3	4	5	5,1	4,8	4,2	3,5	1,1	0,7	0,5	0,4	0,5

Tabla A.30
Temperatura ambiente [°C]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0,8	-0,6	-0,1	-0,6	-1,1	-1,9	-2,4	0,2	5,1	7,4	-	12,1	12,9	14,1	13,5	12,3	11,1	9,9	9,8	9,1	7,2	7	7,1	2,4
2	5,6	5,6	6,8	7,6	7,6	6,3	6,1	5,9	6	7,2	9,2	10,3	10,5	11,1	10,6	12,1	9,8	6,6	4	3	1	0,2	0,4	6,2
3	-0,1	0,3	-1,4	-2	-2,1	-2,7	-3,3	-1	0,6	5,7	9,4	11,8	13,2	14,2	15,2	16,7	15,1	8	4,1	2,2	1,4	1,5	3,9	-0,2
4	0,9	0,2	-1,1	-0,7	-1,2	-1	-1,1	0,3	2,3	5,1	5,9	8,1	9,3	8,9	8,5	8,9	8,3	8	7,4	6	5,1	5,7	5,2	2,1
5	3,4	2,8	2,3	0,8	-1	-1	-0,6	0,9	2,6	4,4	5,6	7,3	8,3	8,9	8,7	8,5	8,1	7,6	7,3	7,3	7,4	7	6,4	4,1
6	5,6	5,6	5,3	5	5,8	6,7	7	6,4	7,2	8,5	8,9	9,7	10,5	10,1	9,7	10,5	11,3	11,8	11,4	9,6	8	5,8	5,5	5,8
7	3,7	3,5	3,6	4,4	3,7	3,1	2,9	2,7	9,8	10,6	10,8	10,4	12,2	13,1	12,1	10,6	10,4	10	10,7	10,7	9,8	8,7	8,2	5
8	8,6	9	8,5	8,7	8,5	7,9	7,5	8	10,6	11,7	16,6	20,3	19,9	19,6	17,8	16,6	15,5	13,8	14,3	12,9	11,9	11,8	10,9	8,9
9	9,6	8,5	7,9	6,9	5,6	5	5,7	7,1	11,4	15,7	17,2	18,9	20,4	21,2	20,6	20,5	19,6	16,6	13,5	13,8	11,8	11,5	12	10,5
10	7	6,4	5,9	5,7	4,4	4,6	4,5	5,1	10,6	14,4	16,6	18,9	20	21,3	21,7	22,5	21,2	17,4	16,4	15,7	14,9	13	10,9	9,5
11	7	7,3	8,7	7,9	7,2	4,9	3,6	6,7	11,1	15	17,4	19,1	20,2	20,9	20,6	20,8	19,7	17	15,8	14,7	12,6	10,5	10,9	8,9
12	5,9	5	3,5	5	3,9	3,5	5,5	12,4	15	16,1	16,8	17	17,3	16,6	16,3	14,3	12,8	12,2	11,6	11,1	11,3	11,1	8	
13	10,9	10,6	9,5	9,1	9,4	8,9	9,2	9,2	9,8	11,1	14,1	15,4	16,5	17,9	17,9	18,9	17,7	14,2	12,6	10,2	6,4	4,2	2,8	10,8
14	0,9	1,9	4	1	0	-0,3	-0,8	1,4	8,6	11,5	12,4	14,2	15,5	15,8	15,8	15,8	13,7	11,3	9,2	8,6	8	7,7	7,5	1,5
15	7	6,9	7	6,9	7	7	6,9	7	7,6	8,1	8,3	8,8	8,8	9,2	9,5	9,1	8,7	8	7,8	7,5	7,3	7,7	7,1	7,3
16	6,4	6,2	5,7	5,7	5,8	5,8	5,7	5,7	7,1	8,7	8,7	10,9	12,4	13,1	12,5	12,5	11,6	11	10,4	9,5	7,5	5,6	4,5	6,9
17	5,4	4,8	4,7	4,5	4,5	5,1	5	4,9	6,2	7,3	8,6	9,7	10,5	10,4	10,2	9,9	9,3	8,1	7,3	6,4	6,1	6,2	6,7	6,8
18	6,3	6,1	5,7	6,4	7	5,7	5,2	4,6	4,8	4,9	5,2	4,7	4,6	4,6	5,6	7,4	7,7	5,2	3,7	2,9	1	-0,1	-0,2	7,4
19	-0,5	0,1	-0,7	-1,9	-2,6	-2,6	-1,2	-0,7	1,8	6	8,3	10,6	11,5	13,2	13,9	14,9	14,3	9,7	7,1	5,8	2,7	2,3	5,2	-0,8
20	-0,4	-1,1	-2,6	-3,1	-3,4	-3,4	-4,1	0,5	6,2	8,6	11,8	14	16,1	17,1	17,9	17,8	17	13,7	12,4	8	4,6	3,2	1,6	1,1
21	0,9	-0,1	-1,3	-1,4	-1,2	-1,9	-2,3	0,7	7,1	10,7	14,5	16,2	17,4	18,6	19	18,3	16,8	14	12,4	10,4	7	4,5	3,3	0,7
22	2,9	2,6	0,3	-0,9	0,2	-0,7	-1,9	0	5,7	10,1	11,9	15	16,8	17,5	17,1	16,8	15,3	12,6	10,8	8,1	4,6	2,9	2,9	2,7
23	0,9	0,1	-0,1	0,1	1,2	0,5	2,1	3,1	7	12,8	14,3	16,5	18,2	18,2	18,3	17,6	15,9	14,7	13,5	12,6	11,8	10,1	8,9	1,7
24	8,3	8	8,6	7,2	6,6	7,7	8,7	9,3	9,8	9,4	9,7	11,5	11,9	11,6	11,2	12	11,4	10,7	9,8	7,5	5,2	3,7	2,8	8,5
25	1,7	1,4	4,4	4,7	4,5	4,7	4,9	4,9	5	6,7	9	11,3	12,8	13,2	13,4	13,8	13	11,2	11,3	11,3	10,6	9,1	9	1,9
26	9,9	8,9	9,5	9,8	9,7	10	8,5	7,9	8,8	9,7	10,6	10,1	11,2	11,3	11,6	11,6	11,1	10	8,9	9,3	9,2	8,7	8,1	9,3
27	7,8	8	8,5	7,6	7,3	6,9	6,7	6,9	8,2	8,6	9,7	11,9	12,6	14	14,7	15,5	14,3	12,2	11,6	11,5	11	9,1	8,4	7,9

**Tabla A.31
Radiación solar incidente**

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	0	0	25,6	195	327	-	550	564	453	267	126	40,3	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39,1	104	402	387	349	369	231	222	19,5	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	18,3	148	377	497	540	452	414	420	316	116	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	1,2	30,5	94	136	138	176	150	91,6	69,6	14,7	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	4,9	26,9	39,1	84,2	104	105	65,9	53,7	25,6	1,2	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	3,7	14,7	42,7	29,3	41,5	58,6	39,1	59,8	83	47,6	4,9	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	24,4	259	143	103	79,4	195	128	36,6	13,4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	17,1	57,4	149	504	539	386	366	171	41,5	13,4	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	19,5	209	431	508	582	639	529	429	281	117	4,9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	50,1	225	388	512	582	596	552	457	310	127	1,2	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	54,9	223	402	520	590	597	556	460	319	133	1,2	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	52,5	236	396	520	609	536	539	510	421	122	2,4	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	17,1	59,8	148	460	604	618	570	468	325	136	1,2	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	68,4	242	412	537	612	625	575	470	321	133	3,7	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	6,1	29,3	52,5	72	96,5	89,1	112	96,5	34,2	4,9	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	14,7	126	182	380	410	308	239	230	118	40,3	4,9	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	7,3	47,6	69,6	98,9	136	138	115	68,4	39,1	4,9	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	4,9	47,6	87,9	68,4	45,2	110	159	292	158	1,2	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	41,5	214	449	569	640	650	608	512	359	164	1,2	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	85,5	287	453	586	659	663	614	517	365	165	2,4	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	81,8	281	451	584	653	672	623	524	371	171	2,4	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	58,6	264	451	573	652	667	615	499	350	173	4,9	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	50,1	239	457	371	496	416	324	291	191	67,2	6,1	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	25,6	47,6	73,3	150	255	134	100	145	258	68,4	14,7	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	24,4	118	198	245	248	227	164	120	85,5	13,4	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	28,1	54,9	79,4	95,2	150	167	164	91,6	23,2	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	29,3	65,9	72	200	568	391	630	520	355	101	11	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	18,3	59,8	110	182	247	259	143	50,1	34,2	22	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	125	322	502	657	429	382	348	420	355	143	7,3	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	2,4	140	337	513	644	708	719	662	554	396	198	2,4	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	6,1	133	333	477	620	702	690	658	565	403	202	6,1	0	0	0	0	0	0

**Tabla A.32
Humedad relativa [%]**

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	81,9	82,3	83	82,9	82,8	83	82,7	83,9	82,7	72,8	-	51,3	48,1	43,8	45,1	47,3	54,2	59,3	57,9	61,7	69,8	70,8	69,4	75,2
2	76,9	78	70,5	62,9	63,9	71,2	72,8	74,5	76,6	71,4	63,1	60	58,2	56,2	56,8	51	57,5	67,7	76,4	78,9	80,3	82,1	82,9	82,5
3	83,4	83,5	83,1	83,1	83,2	83	82,5	83,3	82,9	78,3	60,4	50,1	42,3	33,6	26,6	24,1	25,6	46,6	60,6	66,7	71,2	72,2	64,2	72,5
4	75,8	77,3	78,8	78,7	79	78,9	80	79,7	74,5	66,9	64,2	55	52,3	57	62,6	60,7	63,4	62,9	65,9	72	75,6	75,1	76,4	78,9
5	79,8	80,5	81,4	81,6	81,9	82,6	83	83,6	84,1	83,8	79,3	69,6	62,9	60,9	62,9	65,1	60,9	63,4	67,8	68,7	68,6	69,8	71,6	75,5
6	76,4	76,2	77	78,1	76,3	70,8	69,4	72,7	70,8	65,7	68	60,9	58,9	66,3	75,1	71,4	62,3	55,6	57,2	65,6	70,9	76,4	79,1	79,5
7	80,9	82,1	82,6	81,9	80,8	81,6	82,2	82,4	68,7	60,2	60,6	60,2	56,9	55,5	63,1	77,5	79,6	82,2	81,2	80,5	82,3	83,6	84,4	84,7
8	84,6	84,1	84,3	84,3	83,3	83,8	84,1	84,5	80,5	75,8	56,7	40,7	43,1	48,1	50,4	54,4	61	69,4	63,4	70,6	72,7	72,8	75,5	77,7
9	80,2	81,6	82,3	83,1	83,8	84,3	85	85,5	80,7	62,8	59	50,4	38,9	38,3	42,4	40,7	44,1	56,3	66,2	61,6	67,8	69,2	69,4	74,6
10	80,9	81,6	83,7	83,8	84,1	84,8	84,9	84,9	79,1	63	54,6	49,2	45,5	43,2	41,8	40,2	44,4	55	59,4	62,8	64,5	69,2	76,1	81,7
11	83,2	84,8	85,1	84,1	84,6	84,4	84,5	85,5	81,8	67,5	58,6	52,9	47,3	38,5	36,5	35	37	49,8	53,8	55,7	61,5	69,5	65,9	76
12	79,7	82,1	82,7	83,3	84,4	83,9	84,3	85	73,3	60,1	55,5	54,8	57,7	58,4	62,5	63,5	69,8	73,6	75,3	75,5	75	71,9	71,9	72,5
13	70,5	71,2	74,2	77,2	72,3	72,9	72,3	70,5	68,1	62,8	51,6	51,5	48,2	44,8	43,4	38,2	44,6	57	59,2	63,7	75,2	78,9	81	81,9
14	82,5	83,9	81,2	80,8	82,4	82,8	83,2	83,3	75,5	59,7	56	49,8	45,8	46,8	49	50,3	55,8	62	67	69,1	71,6	73,7	74,9	74,1
15	75	71,7	70	69,5	66,1	66,6	66,2	65,6	63,7	59,5	58,7	56,8	57,2	56,7	55,6	56,3	58,2	65,4	65,9	69,2	72,9	69,4	72,6	73,4
16	80	82	82,7	83,1	83,1	82,1	81,3	82,4	81,2	76,7	69,4	60	55,4	58,4	59,5	55,2	58,3	59,4	60	66,7	73,4	79,1	81,3	79,8
17	79,9	81,6	82,4	83	83,3	83,9	83,4	83,7	83,6	82,1	76,9	73,4	69,7	64	63,1	61,8	63,3	70,1	73,9	76,9	78,5	79,5	76,8	73,8
18	76,9	79,4	80,1	77,8	74,4	76,7	74,7	76,4	77	80,2	79,9	78	78,5	79,1	76	69,1	64,2	71,6	77,2	80	80,8	81,7	82,2	82,4
19	82,7	83,2	82,9	82,7	82,6	82,7	83,5	83,2	82,5	76,7	63,3	55,6	50,9	37,8	31,8	27,2	28,3	51,8	60,8	63,7	72,5	76,3	62,3	74,1
20	77,7	79,1	79,7	80,4	80,8	81	80,9	81,3	65	55	44,8	40,2	38,3	34,4	24,9	27,3	30,4	44,6	49,3	60,4	72,2	76,4	82,4	80,7
21	81,9	82,1	82,1	82,5	82,9	82,8	82,7	83,1	74,4	57,5	43,2	40,6	35,8	31,7	27,7	25,5	30,8	43,9	51,6	61,9	70,7	78,1	81,3	82,8
22	83,8	84,3	83,4	83,7	84,6	83,9	83,6	84,2	83,8	73,9	62,4	51,2	47,1	45,9	45,2	44,1	48,5	59,3	68,1	72,7	78,6	81,3	82,8	83,1
23	83,1	83,3	83,7	84	84,4	84,1	85	84,8	80,6	55,9	48,1	43,7	37,2	34,5	35,7	33,8	36,9	38,4	49,8	56,9	59,5	65,6	72,3	74,1
24	73,8	75,5	71,8	77,5	79,5	75,5	68,4	68	68,4	75,9	78,7	72,3	66,4	72,8	77,4	74,6	72,5	73,8	77,1	79,9	82,4	83,2	83,5	83,8
25	84	84,1	85,3	85	85,1	85,3	85,4	85,3	85,2	85	84,6	74,7	64,2	62,9	65	59,8	60,6	68,8	64,5	67,3	70,3	79	77,3	73,8
26	71,6	74,9	69,6	68,9	67,4	69,8	77,8	80,7	77,5	73,8	67,5	71,6	65,3	67,4	65,7	63,4	63,7	67,6	74,7	72,4	68,9	71,3	74	77,1
27	79,6	72,8	67,5	72,5	77,1	81,3	82,4	83,3	78,3	74,2	72,3	63,5	63	56,4	52,4	49,3	54,2	61,5	61,5	62,2	65,8	72,8	76,6	75,9
28	75,2	76,5	79,9	80,8	80,7	73,1	73,8	76,6	78	76,3	70,6	64,8	57,9	53,6	56,4	46,5	38,8	53,8	75,4	75,8	79,2	81,4	82,6	82,8
29	82,7	8																						

Septiembre

Tabla A.33
Velocidad del viento [m/s]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0,5	0,4	0,8	0,4	0,4	0,4	0,9	0,6	0,6	0,7	1,7	3,8	3,9	4,3	5	5,5	6,9	6,6	5,4	2,4	0,9	2	3	2,5
2	3	1,2	0,4	1,5	2,4	2,4	2	1,1	0,8	1,3	1,3	4,5	5,7	5,2	4,4	4,9	3,8	3	3,5	3,7	4,1	3,3	0,8	0,7
3	0,4	0,4	1	0,9	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	1,7	2,6	2,7	3,3	3,7	3,8	5,2	5,3	5	4,4	4,4	4,5	4,6	3,9	3,3
4	2,7	3,1	2,8	1,9	1,2	0,7	0,6	0,6	1	1,3	1,5	2,3	2,3	2,4	2,2	2,6	2,9	2,9	4,3	3,4	3	1	1,3	1,2
5	1,4	3,1	2,5	1,5	1,4	0,5	0,8	0,6	0,6	1	1,1	1,3	1,3	2,4	3,1	2,9	3,5	3,1	1,8	1,4	1,5	0,4	0,8	1,1
6	2,2	0,4	0,4	0,7	0,5	0,5	0,6	0,4	0,9	1,3	2,4	3,1	3,8	3,9	3,7	3	3,3	3,7	4,3	2,9	3	2,6	2,4	1,4
7	0,8	1,1	0,5	0,9	0,6	0,6	0,9	0,4	0,6	1,6	2,6	3,5	3,6	3,7	3,9	3,8	3,5	3,6	3,9	2,5	2,8	1,5	1,7	0,6
8	0,7	0,6	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6	-	1,1	1,6	3,8	3,9	3,4	3,5	2,8	3	3	1,8	2,4	0,9	2,3	1,1
9	0,6	1,4	1	1,1	1,3	0,5	0,5	0,8	1,5	1,1	1,4	3,1	3,8	4	3,7	3,6	4,2	5,1	5,8	6,7	4,1	2,2	1,9	0,9
10	0,5	0,6	1,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	1,2	1,1	1,4	2	2,6	3,5	3,4	2,6	3,2	2,6	2,9	1,6	1,6	0,9	0,9	0,6
11	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	1,5	1,1	1	1,8	2,2	2,9	3	3,2	3,3	1,4	2,5	1,2	1,2	0,8	0,7	1,4
12	1	1,8	0,9	1,3	1,7	0,8	1	0,8	1,2	0,9	1,2	1,5	2,3	2,9	3,2	2,8	3,3	2,8	2,3	1	1,1	1,1	1,2	1,1
13	0,8	0,9	1,5	0,9	0,8	0,4	0,9	0,7	0,8	1	2,1	3,5	5,4	6	6,5	6,3	6,1	6	4,3	4,9	3	1,4	2	1,2
14	0,6	0,7	0,6	1	1,3	0,5	0,5	1,8	0,7	2,5	6,1	7,2	6,2	6,3	5,8	5,8	4,7	1,4	0,8	2,3	2,9	1,7	3	1,3
15	0,7	1	1,9	1,6	2,1	2,3	1,7	1,3	1,5	0,9	1,4	1,3	3,5	4,2	4,3	4,3	4,5	6,3	5,5	6,4	5,1	4,2	2,1	2,6
16	3,6	5,3	4,2	1,6	1,6	1,2	1,8	1,4	0,9	1,1	2,1	2,3	2,6	3,3	3,8	3,8	2,8	2,8	1,8	2,1	1,4	1,3	2,8	2
17	1,3	0,7	0,7	0,8	0,6	0,4	0,9	2,5	0,8	1	1,3	1,5	2,1	2,5	3	2,8	2,5	2,9	3	1,6	3,3	2,2	0,8	0,5
18	0,7	0,8	0,4	0,7	0,5	0,5	0,4	0,6	1,5	3	4,4	4,8	5,4	4,9	5,9	6	5,5	4,5	4,2	4,1	3,9	2,3	2,5	2,3
19	1,3	1,4	2,2	0,9	0,6	0,8	0,8	1	1,1	1,4	1	1,5	3,1	2,5	2,4	3,1	3,2	2,8	2,3	0,9	0,5	0,5	0,6	0,4
20	0,6	0,8	0,9	1,7	1	0,7	1	0,7	1	1,3	1,1	2,1	2,9	4	4,9	4,7	3,9	4,5	3,8	4,2	2,1	2,1	0,9	0,7
21	0,9	1	0,7	0,5	0,5	0,7	0,7	0,5	0,7	2,7	4	4,7	5,5	7,8	9,5	8,9	6,5	3,6	3,2	5,7	5,5	4,2	2,5	1,6
22	2	3,3	2,8	1,9	2,4	3,4	3,7	3,2	2,6	2,1	1,7	1,5	2,5	3,2	4	4,5	3,7	3,7	3,3	3	2,1	0,7	0,6	1,2
23	0,9	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,5	0,4	0,7	1,1	1,2	1,9	2,6	3,8	3,6	3,1	2,6	2,9	2,3	2,4	2,5	2,1	0,9	1
24	0,5	0,4	0,8	0,5	0,9	0,9	0,5	0,7	1,3	2,2	1,6	2,2	3,3	4,4	4,2	4,7	4,1	2,4	2,7	2,3	3,1	2,6	1,9	1,5
25	0,7	0,8	0,6	0,8	0,4	0,4	0,8	1	1	1,1	1,7	2,4	2,9	2,7	2,6	3,4	2,6	1,5	0,8	0,9	0,5	0,7	1	0,7
26	0,5	0,8	1	0,9	1,2	1,3	0,9	1	1,5	2,3	1,3	3,5	3,2	3,7	4	4,5	4,5	4,4	2,9	1	1	0,9	1	0,6
27	0,7	0,5	0,7	0,5	0,6	0,7	0,4	0,4	0,9	1	2,3	4,6	5,2	6	5,4	6,8	8,3	8,3	5,5	4,4	2,7	2	1,5	1,2
28	0,8	0,7	0,9	1	2,2	1,1	0,6	1	3,3	3,1	3,6	3,6	4,4	4,2	4,6	5	4,8	5,2	6,2	4,9	3,5	3,1	1,7	0,7
29	0,6	0,9	0,6	0,7	0,9	0,5	0,5	0,7	1,4	1,4	1,6	2,5	3,8	4	3,4	3,1	3,1	2,6	1,5	3	3,1	0,9	1,6	0,5
30	0,7	0,8	1	1	0,5	0,6	1,3	1	2	1,5	1,4	2,2	4	3,7	5	6,4	7,3	6,1	8,5	8	5,7	3,7	2,9	1

Tabla A.34
Temperatura ambiente [°C]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	4,9	4,1	3,9	3,1	2,8	2,7	3,9	9,4	15,2	17,6	19,5	21,3	22,1	22,6	22,2	20,4	17,3	13,4	11,5	10,4	8,2	7	7,3	6,7
2	7,2	7,1	7,2	7,3	7	6,9	6,6	6,7	7,5	9,1	12,3	13,6	15,2	16,2	17,4	17,2	16,4	13,9	12,6	11,5	10,7	10	8,3	6,4
3	5	4,7	5,9	6,7	6,7	6,5	5,6	8,6	10,1	12,5	13,1	15,6	14,8	14,4	14	11,9	11,1	10,5	9,9	9,5	8,9	8,5	8,1	7,9
4	7,6	7,5	7,2	6,9	5,5	2,1	0,9	3,1	10,8	12,4	13,5	14	14,8	15,2	15,8	16,1	15,4	12	10,5	10,1	8,5	5,5	4,6	4
5	5,1	6,7	6,4	5,9	2,8	0,7	0,5	4,5	8,5	10,8	13,2	14,7	16,5	17,8	18,8	19	18,2	14,9	12,5	9,3	8,7	5	3,3	4,1
6	8,5	5,3	3,5	2,3	1,3	0,8	0,4	4,5	11,1	13,4	15,3	16,7	18	18,4	18,9	19,6	19,1	15,5	13,7	11,7	10,5	10	8,2	7
7	3,6	2,1	2,2	2,7	2,2	2	0,7	2,2	6,7	12,5	13,9	14,5	16	17,2	17,7	17,4	16,8	14	12,6	11,2	9,8	7,5	7,4	4,2
8	2,6	2,4	1,7	0,5	0,1	0,7	0,2	4,1	9,3	-	14,3	17	17,6	17,4	17,4	16,4	15,6	14,9	13,6	12,9	12,4	11,7	11,6	10,7
9	10,2	10,1	10,8	10,5	10,8	10,3	10,2	11,1	13,6	14,9	15,9	17,2	19,3	19,2	19,8	19,5	17,6	15,8	14,7	13,8	13,1	11,6	11,1	8,1
10	9,6	10,4	10,6	10,7	10,9	11	11,2	11,8	13,4	14,9	17,7	19,5	20,5	21,6	22,5	22,8	22,1	19,2	17,2	14,8	12,6	8,4	9,1	8,5
11	7	4,7	4	3,7	3,4	2,9	3,5	9,8	15	18,2	21,5	23,3	25,2	26,4	27,8	27,6	26,4	22,6	19,9	16,2	13,7	10,3	9,5	13
12	12,1	13,2	9,9	9,8	11,5	8,2	6,6	12,6	15,5	19,2	22	24	25,4	26,3	27	27,3	26,1	22,5	19,7	15,2	11,7	10,8	10,4	10,6
13	10,5	9,5	9,3	6,6	6,1	4,5	4,4	12,5	15,8	19,6	21,9	23,3	24,8	25,6	25,6	24,9	23,2	19,9	18,3	15,2	13,2	10,9	10	8,1
14	6,8	5,8	5,3	5,5	6,2	5,5	6,4	7,9	9,5	13,4	13,5	14,2	14,4	14,7	14,9	14	13	12,1	10,1	10,9	10,4	9,3	9,4	7,9
15	7,1	8,2	8,8	9	8,9	8,6	8,5	8,7	9,6	11	14	17,3	20	21,7	22,9	23,2	22,3	18,4	14,8	12,2	10	9,2	8,6	8,5
16	8,7	8,9	8,6	8,3	8,5	8,3	8,4	9,8	12,3	13,8	15,5	16,7	17,5	18,2	17,9	17,7	17,8	15,3	13	11,9	10,5	8,8	10,1	9,9
17	8,3	4,5	2,3	1,9	1,3	1,1	1,9	8,2	11,3	14	17,1	19,2	20,2	20,5	20,4	21,5	20,8	18,5	16,5	13,5	13,5	11,3	7,4	4,7
18	4,5	4,6	3,6	2,8	1,8	0,9	2	10,1	13,8	15,1	16,2	17,6	18,9	20,1	20,1	19,4	18	15,4	13,5	10,9	9,3	8,5	7,6	7,4
19	7,5	7,6	7,4	7,6	7,7	7,7	7,9	8,2	8,7	9,8	13,4	17,7	20,7	22,7	24,1	24,5	24	21,1	18,2	13,9	10	8,3	6,8	5,8
20	6,2	4,7	4,2	6,3	5,3	3,5	4,1	9,4	15,4	18,8	22,8	24,6	26	26,4	25,9	25,4	24,6	21,4	19,2	16,8	15,3	13,7	9,9	8,8
21	8	7,8	6,5	5,5	5,2	5,3	6,1	11,2	17	19,4	19,7	20,9	20,9	19,4	18,3	17,5	16,3	14,1	12,3	11,3	10,5	9,7	9,8	10
22	9,9	9,8	9,7	9,7	9,4	9,3	9,3	9,8	11,3	14,2	15,5	18,2	19	19,7	20,1	19,6	19	17,1	14,9	13,5	12,3	8,8	6,4	7,8
23	8,7	5,1	5,2	5,5	3,2	1,9	2,4	9,5	15,2	18,2	21,4	23,2	24,5	25,6	24,6	23,4	23,4	22,2	19,5	17,2	15,8	13,5	9,7	8,6
24	6,9	5,5	5,5	4,9	4,6	3,6	5,1	12,9	17,2	19,7	23,2	24,8	25,9	26,5	26,6	26,2	24,8	23,3	21,2	19,5	17,8	16,4	14,4	13,5
25	10,7	9,2	8,7	7,9	6,8	6,1	8,2	12,2	15,1	19,8	22,5	23,8	24,4	24,2	24,7	24,8	24,4	22,8	15,5	11,5	10	11,5	9,4	8
26	6,7	5,8	7	5,8	4,7	6,9	9,8	11,9	16,3	20,8	25,4	25,8	27,5	29,5	30,1	29,1	27,8	26,1	24,3	20	17,5	15,3	12,6	10,7
27	9,7	9	8,5	7,4	6,4	6,1	7,9	17,4	22,4	25,4	27,2	28	29,1	29,4	28,7	26,3	24	21,7	20,6	18,8	17,3	14	12,5	

Tabla A.35
Radiación solar incidente [W/m²]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	0	0	129	335	495	604	706	718	648	535	369	192	7,3	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	17,1	94	319	631	709	719	655	542	383	198	6,1	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	2,4	85,5	154	361	518	734	304	232	208	249	84,2	3,7	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	121	355	526	658	724	709	609	562	403	217	4,9	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	11	159	353	529	659	731	735	687	569	408	223	9,8	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	4,9	134	368	530	661	728	741	687	585	523	347	35,4	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	47,6	247	531	618	592	601	676	558	394	211	15,9	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	4,9	103	272	-	436	491	497	269	241	90,4	40,3	3,7	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	1,2	61,1	184	216	237	387	499	344	320	266	120	11	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	1,2	41,5	151	228	636	708	581	664	559	397	213	18,3	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	12,2	182	385	553	678	736	746	702	581	421	234	20,8	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	18,3	183	377	551	673	757	763	706	587	425	234	22	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	20,8	197	392	565	687	753	768	713	596	434	243	24,4	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	6,1	75,7	150	545	670	736	689	650	485	314	162	28,1	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	24,4	86,7	181	585	738	749	705	592	427	238	29,3	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	11	127	252	358	536	601	518	550	464	393	234	31,7	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	18,3	137	280	452	702	652	633	335	281	374	149	40,3	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	26,9	208	407	575	696	769	774	717	602	440	254	35,4	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	2,4	35,4	76,9	149	602	774	792	738	613	446	261	39,1	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	20,8	214	425	595	723	789	795	733	607	449	261	36,6	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	33	189	372	502	525	648	712	568	434	315	165	31,7	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	154	286	540	630	795	774	719	607	443	254	42,7	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	37,9	220	404	581	727	786	642	617	283	208	180	76,9	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	44	236	419	603	728	796	799	728	612	420	202	50,1	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	20,8	100	225	497	602	713	521	397	424	322	219	53,7	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	1,2	33	116	341	469	553	576	623	637	432	293	158	33	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	54,9	241	429	614	734	810	821	745	589	402	227	56,2	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	48,8	228	432	567	725	799	784	736	636	459	266	54,9	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	40,3	255	427	596	742	807	808	742	626	463	272	59,8	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	29,3	150	330	634	757	819	824	758	619	430	195	37,9	0	0	0	0	0	0

Tabla A.36
Humedad relativa [%]

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

Octubre

Tabla A.37
Velocidad del viento [m/s]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	2,6	2,7	1,9	2,1	0,9	0,6	0,7	0,8	1,4	1,6	2,6	3,6	4,4	4,4	4,1	4,5	4,3	4,3	4,9	3,2	2,7	1,2	0,8	1,1
2	0,4	1,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	1,3	1,8	1,7	2,1	2,9	3,3	3,2	3,1	3,3	3,2	3,2	3,6	3,0	1,1	0,4	1,2
3	2,4	1,7	0,9	0,4	0,6	4,5	5,3	5,3	4,9	5,3	5,3	6,9	6,4	5,7	6,7	6,6	6,0	4,9	4,2	3,4	1,9	2,0	2,1	2,1
4	1,7	0,9	0,8	1,0	1,4	0,9	1,9	2,8	2,1	4,6	4,8	4,1	3,3	3,7	3,7	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7	4,1	3,0	1,0	1,4
5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	1,0	2,0	3,7	4,7	4,3	4,6	4,8	6,5	6,4	6,9	5,4	5,4	4,1	2,8	2,9
6	0,9	1,1	0,4	0,7	0,4	1,7	1,5	1,4	1,2	1,9	4,1	3,8	5,4	4,4	4,2	4,1	3,3	2,7	4,3	3,9	2,6	2,4	3,3	2,6
7	2,3	3,0	2,9	2,9	2,0	2,9	1,5	2,8	3,7	4,0	4,5	4,2	4,6	5,1	3,9	3,7	4,8	5,6	5,6	5,4	5,9	5,6	4,9	6,1
8	5,1	3,9	1,7	1,7	1,2	2,1	1,3	1,6	2,8	2,6	2,9	2,8	3,4	1,9	3,0	2,7	2,2	2,3	3,0	2,5	1,2	0,9	0,9	0,8
9	1,1	0,7	0,9	0,6	0,4	0,5	0,7	0,9	1,2	2,1	2,3	1,9	2,2	2,5	3,2	4,0	4,0	5,3	7,1	7,5	7,6	5,4	4,3	3,6
10	2,8	1,1	0,5	0,5	1,2	1,9	2,0	1,3	2,3	2,5	3,8	3,7	4,0	4,0	4,3	4,3	4,0	4,0	5,2	4,5	2,4	1,7	2,5	2,0
11	2,1	1,4	1,2	1,7	1,0	0,7	2,4	3,8	4,0	4,8	4,7	6,1	6,0	6,7	7,6	7,2	6,6	6,3	6,3	5,4	4,8	3,2	2,9	3,4
12	2,7	3,2	2,4	1,3	0,8	0,4	1,9	2,5	1,8	2,2	3,1	3,8	4,0	4,0	4,3	4,8	5,0	5,4	5,1	5,3	5,3	3,6	2,4	1,4
13	0,5	0,6	0,9	0,5	0,6	0,5	0,6	1,2	1,2	1,4	1,9	3,0	3,7	3,8	4,7	4,7	4,5	5,4	5,4	5,2	3,8	4,1	3,9	3,4
14	2,8	2,7	2,8	2,5	1,0	1,1	1,2	1,8	1,8	2,6	3,6	3,9	4,3	4,7	4,5	4,3	3,9	3,5	4,0	4,1	3,2	3,6	2,6	1,6
15	0,6	0,8	1,2	0,7	0,5	0,4	0,4	1,0	1,4	1,7	2,2	2,2	2,5	2,7	2,8	2,8	3,8	4,3	4,3	2,7	3,3	3,5	1,1	0,5
16	0,6	0,6	0,6	0,4	0,5	0,7	0,8	1,8	1,5	1,9	2,8	3,3	3,0	2,9	3,1	2,7	2,2	2,7	1,7	1,8	1,6	2,4	2,6	2,5
17	0,9	0,7	1,0	0,7	0,8	0,7	0,6	1,0	0,8	1,6	3,8	4,2	4,6	3,4	3,8	3,3	3,9	3,3	3,7	4,5	2,2	3,4	2,7	0,7
18	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,5	0,6	1,6	1,3	2,5	3,4	3,3	3,8	3,4	2,9	3,0	2,7	4,0	5,2	3,4	1,4	3,2	2,3	0,8
19	0,7	1,2	1,0	0,6	0,6	0,7	0,7	1,0	1,3	2,0	3,0	2,9	3,7	3,6	3,8	3,7	3,8	3,3	3,7	4,3	2,9	3,4	2,1	1,0
20	0,6	0,9	0,9	1,1	0,8	0,8	0,5	0,9	1,5	2,4	3,8	4,9	4,8	3,6	4,7	4,9	6,1	5,8	8,8	6,9	6,3	5,1	2,5	0,9
21	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	1,3	2,4	2,6	3,9	4,5	4,2	3,9	4,1	4,1	5,9	6,6	6,6	6,6	5,3	4,3	4,1	2,6
22	1,9	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	1,0	1,5	2,9	3,7	4,2	4,0	3,8	4,4	4,6	4,7	5,2	4,3	3,5	3,4	2,9	1,8	1,0
23	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,9	0,9	3,1	3,7	5,7	6,8	6,4	6,3	5,9	6,3	6,4	5,6	5,0	4,7	4,5	2,1	1,1	2,6
24	4,2	3,7	2,7	2,2	3,1	2,9	2,2	1,6	2,1	1,6	3,3	4,3	4,3	4,2	3,6	3,4	3,7	3,6	4,0	3,6	3,5	3,1	1,8	1,5
25	0,6	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,7	1,4	2,3	2,8	4,1	4,0	3,8	4,0	4,4	4,6	6,4	6,7	7,1	5,6	4,1	2,5	2,8
26	1,1	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,2	2,4	2,8	3,4	3,4	3,3	3,9	4,0	4,8	5,2	5,3	6,4	2,7	3,0	1,7	1,4	2,4
27	1,2	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,5	1,2	3,4	4,7	5,4	5,5	5,8	5,4	5,4	6,0	6,3	6,3	6,0	3,9	2,3	3,3	1,7
28	2,4	1,2	1,2	1,1	0,4	0,9	1,0	1,2	1,5	3,0	3,3	3,4	3,8	3,7	3,8	3,7	5,1	4,0	4,8	5,0	3,9	2,2	1,2	1,4
29	1,5	1,2	0,9	0,6	0,4	0,7	1,1	1,4	1,3	2,3	2,8	2,6	2,8	2,8	3,2	3,3	3,3	3,7	4,4	3,2	2,0	3,2	1,8	1,3
30	0,8	0,6	0,8	0,7	0,6	1,2	0,7	1,0	1,5	2,3	2,7	2,9	3,6	4,0	4,5	5,1	5,7	5,5	4,2	4,6	3,7	3,8	2,4	1,0
31	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,3	1,8	2,6	4,4	5,7	6,2	7,9	7,6	7,2	6,8	6,7	4,1	5,4	4,3	3,5	2,7	2,3

Tabla A.38
Temperatura ambiente [°C]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	9,8	9,7	9,2	8,6	6,6	4,0	5,5	13,2	16,0	18,7	20,1	21,5	22,6	23,2	24,3	23,8	22,7	20,6	18,6	17,6	15,7	13,1	10,3	8,9
2	7,1	9,2	6,9	4,8	3,2	3,2	6,3	15,5	18,4	21,0	23,6	25,6	27,4	29,1	30,1	30,5	29,3	26,7	24,2	23,1	20,4	16,3	12,4	12,1
3	16,4	13,2	10,1	7,5	7,0	10,9	11,0	11,7	13,7	15,2	16,6	17,0	17,6	18,3	17,3	16,2	14,6	13,4	12,6	12,4	12,1	11,8	11,3	10,8
4	11,5	11,6	11,4	11,4	11,3	11,2	11,7	14,0	16,8	17,2	18,3	19,7	20,6	21,6	21,8	20,7	19,1	17,7	16,2	14,5	13,1	12,2	11,1	10,6
5	8,2	7,1	7,0	6,5	6,7	6,4	8,1	12,2	14,9	17,4	20,4	22,0	24,4	26,0	27,6	25,7	22,7	20,0	17,6	15,7	13,2	12,1	11,5	10,3
6	8,1	6,3	5,3	3,9	4,1	6,2	6,0	7,9	11,8	16,5	16,0	16,7	18,3	17,8	17,6	17,0	16,1	14,4	13,9	12,5	11,7	11,6	11,7	11,7
7	11,6	11,5	11,6	11,3	10,6	9,7	10,4	11,0	11,3	13,1	15,0	16,6	16,8	17,3	17,2	17,1	15,6	14,0	11,6	10,3	9,2	8,8	8,6	7,8
8	7,4	7,0	6,7	5,6	3,4	4,1	6,3	10,2	11,1	13,0	14,0	15,2	15,3	15,5	16,3	16,0	15,1	14,9	12,7	11,8	10,0	6,3	5,0	2,9
9	1,9	0,1	0,5	1,3	2,0	2,4	3,1	10,5	14,9	16,4	18,4	20,6	22,4	23,9	24,3	23,7	22,5	19,3	16,4	14,3	13,2	13,1	10,4	9,2
10	8,2	5,7	3,9	3,1	3,4	6,0	7,7	10,9	12,8	14,2	15,3	16,8	17,7	18,3	19,0	19,4	18,3	15,7	13,7	13,1	12,3	11,1	10,4	10,2
11	10,5	9,5	8,6	7,7	6,5	3,9	7,3	9,1	10,6	12,1	14,9	15,5	15,3	14,2	13,4	12,1	11,7	10,2	9,4	9,3	9,1	8,2	7,7	8,3
12	8,5	8,7	8,5	7,2	4,2	0,9	7,7	10,6	12,9	14,2	15,0	16,0	16,8	16,4	16,2	15,6	14,2	12,9	11,0	9,9	9,3	9,4	8,9	8,6
13	7,9	7,1	6,1	5,8	5,3	5,2	6,2	11,4	12,9	15,1	17,3	17,6	18,6	19,7	19,8	19,1	17,1	14,6	13,2	13,1	12,6	12,1	10,9	10,3
14	10,1	9,8	9,8	9,8	8,9	8,2	9,5	12,5	14,7	16,4	17,7	18,3	19,2	19,2	19,2	18,6	17,6	15,5	13,0	12,1	11,8	10,9	9,8	8,6
15	5,5	4,1	3,8	2,9	1,4	0,9	7,8	12,9	15,4	18,0	19,7	21,5	22,2	23,5	24,0	24,0	22,8	19,9	17,9	16,6	15,3	13,8	10,9	7,6
16	6,8	6,3	5,7	4,1	4,3	5,3	11,0	15,9	18,3	20,4	20,0	21,3	22,5	23,3	22,8	22,3	23,0	22,6	19,2	16,6	15,9	14,7	15,1	13,8
17	10,5	9,9	10,2	10,1	9,7	9,8	11,6	14,7	16,7	18,8	20,3	20,6	20,6	20,7	21,2	22,6	21,9	19,8	17,4	16,0	15,4	14,4	14,1	12,2
18	10,4	10,3	9,8	9,0	8,5	7,7	12,8	16,6	18,9	20,9	22,4	24,3	25,3	25,7	26,5	26,5	26,2	23,5	20,4	19,6	17,0	17,2	15,4	11,6
19	9,8	9,1	8,1	6,1	6,3	5,9	13,8	17,7	20,9	23,1	24,8	27,1	28,7	29,7	29,9	29,8	28,6	26,7	23,4	20,7	19,3	18,8	16,8	13,0
20	11,0	9,5	9,2	8,5	7,9	8,1	14,2	20,2	22,3	23,9	25,8	27,5	28,6	29,8	29,5	28,4	26,2	23,2	20,3	19,0	18,2	17,6	14,6	11,7
21	9,5	7,2	6,9	6,5	5,2	5,7	11,2	16,6	18,3	20,3	22,6	24,4	25,9	26,4	26,9	26,6	24,9	22,2	19,7	18,3	17,0	16,2	14,7	14,1
22	12,5	9,9	8,5	7,4	6,6	6,4	12,6	18,3	20,2	21,5	22,4	24,7	26,1	26,3	26,9	26,2	24,8	22,3	20,2	18,9	16,7	15,0	13,4	11,1
23	9,8	7,6	6,0	4,7	4,4	4,9	11,8	17,9	19,1	21,2	22,7	23,1	23,6	24,3	24,8	24,0	21,9	19,9	17,0	14,6	12,9	12,2	10,1	9,8
24	9,8	9,6	9,6	9,5	9,7	9,8	9,9	10,7	11,3	13,3	14,8	17,0	19,4	21,4	23,1	23,8	23,0	21,0	17,7	15,6	13,7	12,3	11,0	8,9
25	7,7	6,0	5,3	4,6	4,4	4,6	11,5	16,4	18,8	21,3	23,2	24,9	26,3	27,1	27,3	26,8	25,8	23,4	20,8	19,1	18,3	16,9	16,2	14,3
26	10,8	8,5	6,4	4,6	3,5	3,7	11,8	16,6	18,2	20,3	23,2	25,1	26,5	26,9	27,3	26,0	24,0	21,6	18,8	17,3	14,7	12,5	9,9	8,7
27	7,0	3,9	2,3	3,3	4,4	5,4	6,8	8,8	14,1	16,1	18,8	20,7	21,5	22,1	21,2	19,6	17,6	15,3	13,8	13,7	11,7	11,6	9,3	9,3
28	9,6	6,9	4,5	4,8	2,5	3,8	10,9	13,9	16,7	18,3	20,2	22,5	23,2	24,1	24,4	24,3	22,7	20,7	18,2	17,1	16,2	14,9	12,6	11,6
29	10,7	9,6	6,9	5,9	4,5	5,2	13,3	16,0	19,0	21,3	23,0	24,8	26,1	27,0	27,4	27,1	26,4	24,6	21,7	20,5	18,9	17,8	16,5	13,5
30	11,2	8,2	7,1	6,0	5,7	7,0	14,6	18,4	21,2	23,4	25,6	27,4	29,0	29,5	29,6	28,5	26,7	24,5	22,0	19,4	17,2	15,6	13,8	10,4
31	8,5	6,7	5,0	4,3	3,7	4,0	12,8	17,0	19,6	21,7	23,1	24,6	25,1	25,0	24,4	23,0	20,9	18,8	17,0	12,8	10,9	9,9	9,3	8,8

Tabla A.39
Radiación solar incidente [W/m²]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	0	70	280	473	636	751	824	834	751	640	440	276	61	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	70	288	482	651	769	832	829	768	641	471	277	61	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	79	274	465	628	738	794	792	729	607	442	184	40	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	31	232	479	585	731	778	741	648	444	205	95	34	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	32	144	254	421	650	810	783	725	777	424	237	55	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	16	72	398	683	393	403	503	332	263	186	111	31	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	51	75	99	350	523	734	651	496	370	330	198	90	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	144	332	530	730	786	738	464	385	484	256	128	75	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	112	328	534	708	827	886	880	807	675	501	303	75	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	1	94	291	485	552	662	644	658	585	612	507	286	66	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	46	104	276	432	712	760	771	711	631	328	182	15	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	1	136	332	531	609	808	668	690	402	440	410	176	67	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	62	274	366	548	609	580	619	723	724	512	237	35	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	87	210	392	640	768	806	832	763	707	515	307	84	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	1	133	342	541	703	824	884	876	796	676	507	308	83	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	1	136	344	540	515	407	513	564	639	369	230	223	97	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	55	156	236	364	514	392	364	324	369	377	243	72	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	2	139	348	542	708	830	888	871	810	690	517	316	94	1	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	4	159	366	562	720	845	899	890	823	703	534	328	105	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	5	147	350	539	706	825	885	882	812	684	532	337	110	1	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	7	155	358	547	713	832	885	876	813	690	519	347	109	1	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	6	151	358	554	659	661	800	891	731	705	542	332	109	1	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	5	164	369	563	723	834	884	871	811	692	519	315	115	2	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	13	64	109	248	490	876	885	827	707	532	335	122	1	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	7	169	375	571	733	847	905	904	836	700	529	333	131	2	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	11	182	391	585	750	867	917	906	834	717	543	347	138	1	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	1	44	248	592	758	869	893	902	851	718	542	347	133	2	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	12	188	398	598	756	871													

Tabla A.40
Humedad relativa [%]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	64.2	64.6	65.4	69.2	74.7	79.5	78.8	59.5	50.6	43.1	40.7	36.9	34.9	31.8	27.0	26.0	25.5	28.6	31.6	36.6	46.1	51.5	58.6	64.4
2	70.5	66.4	70.2	76.3	78.1	80.3	77.5	49.7	41.5	35.5	29.9	24.9	21.7	19.6	19.1	18.8	20.6	22.2	24.5	25.6	31.8	42.5	52.9	53.4
3	43.9	53.1	64.9	70.5	73.3	64.6	68.0	68.4	61.7	57.1	53.9	52.8	50.0	48.8	50.3	53.9	57.6	61.4	63.7	65.6	68.6	69.8	71.1	73.3
4	71.1	71.1	72.2	72.1	72.1	72.7	70.7	61.7	52.0	50.7	47.4	44.7	43.1	40.6	38.8	42.9	49.0	52.7	56.4	60.6	64.7	67.5	71.1	71.6
5	78.2	80.7	82.1	82.5	83.3	83.8	84.6	76.8	63.4	56.5	49.0	44.8	34.3	27.4	25.5	31.3	41.3	40.2	46.3	49.6	57.3	61.2	62.5	67.5
6	74.5	79.8	80.7	81.6	83.3	81.9	81.3	78.8	68.2	48.8	51.7	47.5	35.6	41.0	44.9	44.3	51.0	57.0	64.9	64.8	71.6	74.8	76.2	75.4
7	76.1	75.8	73.8	72.7	74.9	76.6	74.4	73.0	70.8	64.0	56.4	51.3	49.3	45.2	41.9	41.9	43.6	46.8	52.6	52.0	56.5	59.1	57.7	66.7
8	68.1	67.9	59.0	66.1	73.3	77.8	71.3	57.0	53.5	46.6	40.5	37.2	33.6	31.8	28.1	28.1	28.9	29.6	38.2	45.1	49.2	60.1	64.6	71.1
9	74.6	77.1	79.6	80.4	80.5	81.5	78.1	53.7	39.8	33.4	27.7	23.7	19.4	17.7	20.8	23.3	27.6	36.1	43.5	46.9	53.7	50.6	62.2	68.3
10	72.4	77.5	80.4	82.2	83.5	82.1	77.2	66.4	60.1	55.8	51.6	47.6	44.3	43.0	41.4	40.7	45.0	53.2	57.8	59.3	61.3	64.3	66.4	64.8
11	65.8	72.2	76.6	79.1	79.9	81.9	82.0	74.8	68.4	61.7	52.8	51.9	52.6	55.3	55.9	55.9	48.7	46.5	47.1	47.3	50.3	55.0	58.6	52.9
12	52.1	50.3	51.8	57.8	66.8	74.9	60.4	49.9	44.4	41.3	38.8	35.8	33.8	33.2	38.5	43.6	48.1	50.0	54.2	57.8	60.3	59.3	59.7	61.2
13	63.8	65.9	68.8	70.6	72.5	73.0	72.6	53.4	49.0	44.3	40.1	39.9	37.2	34.7	34.3	36.7	40.7	45.5	48.7	47.3	47.7	49.2	52.9	56.0
14	56.8	58.0	56.8	56.6	62.2	65.3	65.0	55.7	47.5	42.6	39.3	36.6	35.1	35.6	36.0	37.4	40.9	45.7	52.5	56.0	54.9	60.6	66.3	69.7
15	76.2	80.0	81.5	82.5	82.8	83.0	81.9	60.8	51.5	43.5	38.3	32.8	29.9	30.0	28.4	27.7	33.2	39.3	42.1	44.4	46.7	49.8	58.6	67.3
16	71.6	73.1	76.6	77.7	79.9	79.6	66.7	50.9	45.1	41.4	42.2	39.1	35.7	34.8	36.3	37.5	34.7	33.3	39.3	45.9	48.9	54.8	56.0	59.3
17	69.2	71.8	71.8	71.0	72.3	72.1	68.1	57.8	51.4	45.4	42.6	40.9	41.4	42.3	38.1	31.9	33.2	38.4	42.3	45.3	48.4	52.0	53.4	58.9
18	65.1	67.2	68.7	71.3	73.9	76.5	63.1	48.6	43.4	39.9	36.0	30.8	29.6	28.3	25.7	26.4	27.8	34.6	40.2	41.0	47.6	45.5	49.4	61.3
19	66.9	70.3	72.2	78.3	79.2	82.1	64.5	49.8	42.2	37.4	32.2	26.8	24.2	22.6	19.5	21.5	25.1	24.7	32.8	42.9	47.6	50.6	58.6	68.2
20	74.6	77.5	79.1	80.4	81.6	81.9	69.4	47.7	42.3	37.6	34.3	30.0	28.3	25.6	27.8	29.0	33.2	38.9	43.5	44.4	43.2	43.8	52.1	60.7
21	69.2	73.1	76.0	78.4	79.3	82.2	71.1	54.0	48.7	45.9	40.5	34.9	32.3	32.1	30.6	32.2	36.1	42.1	49.3	55.4	59.3	61.6	65.9	66.7
22	70.6	78.2	81.5	82.7	84.1	84.5	78.9	55.7	50.7	48.3	45.5	38.9	35.0	33.9	33.1	35.3	36.5	41.0	44.6	45.6	49.6	52.4	58.1	65.5
23	69.8	73.6	77.4	78.9	80.8	81.6	65.9	47.4	43.6	39.4	33.9	34.1	34.9	33.8	32.2	33.7	39.4	44.3	52.4	58.6	62.9	64.2	71.1	73.3
24	76.3	78.0	78.3	79.1	78.8	76.9	77.2	73.4	70.5	64.0	59.5	52.6	45.6	38.9	35.2	33.6	36.4	39.7	48.8	54.4	59.0	62.6	66.7	73.1
25	76.3	79.2	81.5	82.2	83.1	83.9	74.5	55.4	49.9	44.1	38.3	33.5	29.6	27.4	25.4	23.9	25.5	29.5	34.4	39.7	43.7	46.0	47.5	53.9
26	65.8	72.8	77.1	78.7	79.9	80.8	66.3	50.2	46.8	41.8	34.5	25.5	20.9	19.0	18.5	24.3	21.9	25.8	23.5	27.8	42.4	47.5	57.9	70.9
27	77.0	80.5	82.3	84.2	84.9	85.7	85.8	84.7	62.7	54.5	46.3	36.9	33.2	32.8	35.7	35.9	32.4	33.0	35.5	37.9	39.7	41.3	39.7	49.9
28	53.9	58.2	67.9	71.7	74.5	75.0	55.5	47.6	40.1	37.2	33.2	27.7	25.8	22.3	21.0	22.0	25.9	30.4	36.9	43.7	46.5	50.2	56.9	60.0
29	63.1	65.4	72.1	75.0	78.1	77.4	53.6	46.4	37.9	32.5	29.1	26.1	23.1	20.7	19.2	19.2	20.8	24.8	30.0	33.8	39.1	44.6	47.6	56.3
30	62.9	69.9	74.0	75.6	78.2	74.5	52.8	42.9	36.2	31.4	25.0	21.6	22.8	19.7	18.4	20.2	22.7	27.1	30.7	34.3	40.4	42.8	49.2	59.6
31	66.7	70.3	72.3	75.1	76.2	75.6	58.3	46.6	39.7	36.4	34.3	28.9	27.7	31.6	36.1	38.8	42.9	48.8	53.7	65.6	72.1	75.5	77.5	78.8

Noviembre

Tabla A.41
Velocidad del viento [m/s]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1,6	0,8	1,2	2,5	2,1	1	0,6	2,2	2,6	2,5	2,5	3	3,4	3,7	3,8	3,9	3,9	3,4	2,9	2,7	2,5	1	0,4	0,4
2	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	1	1,4	3,9	4,4	4,4	4,5	5,3	4,7	4,8	6,3	5,9	5,6	4	4,7	4,2	3,3	1,3
3	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	2,1	1,9	2,3	3,7	4,6	4,8	5	4,1	5,3	6,7	7,4	7,5	6,5	5,2	4,2	3	2,5	
4	1,9	1,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	1,3	1,6	2,6	3,3	3,6	4,4	4,4	3,8	4,8	5,2	5,8	5	3,7	4	3	1,1	1
5	0,6	0,6	0,5	0,8	0,8	0,6	0,5	1,3	2,4	2,4	2,5	3,1	2,7	3,1	3,2	3,2	3,5	4	4,1	3,2	2,3	1,6	2,8	1,4
6	0,7	0,4	0,5	0,7	0,4	0,6	1,2	2	2,6	5	6	6,1	5,8	6,1	6	7	6,7	7,9	7	3,8	3,2	2	0,8	
7	1	0,9	0,8	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	1,8	3,7	4,4	5,2	5,5	4,8	4,5	4,8	5,1	6	5,8	4,8	2,2	2,7	2,6
8	1,3	0,7	0,6	0,7	2,9	1,9	1	1,3	2,2	2,1	1,7	1,5	3,1	3,9	4,8	4,3	3,8	3,6	3,6	3,2	4,7	3,5	2,3	0,9
9	2	2,4	0,5	0,8	0,5	0,6	2,2	3	3,1	3,2	2,8	2,6	2,6	2,8	2,9	2,8	3,1	3	2,7	2,6	1,6	1	1,5	3,3
10	2,3	0,8	0,7	0,8	0,4	0,4	0,9	1,4	1,3	1,7	2,7	3,7	3,9	3,3	3,1	3,8	4,8	3,9	3,8	4,8	3,4	2,9	3,2	1,3
11	0,7	0,7	1,1	0,9	0,5	0,6	0,6	1,1	1,6	3,4	4,2	3,9	4,3	4,7	5,8	6,2	6,4	5,6	4,4	4,3	5	4,1	3	1,6
12	0,9	0,4	0,7	1	0,6	0,5	3,1	5,3	5,4	5,4	5,3	5,1	6,3	7,4	7	7,2	7,4	6,7	6,4	5,4	4,1	3,6	4,1	3,1
13	1,5	0,7	2,9	2,8	3	2,8	2,6	2,8	3,1	3,2	3	3,3	2,9	2,6	2,9	2,9	3,5	3,3	3,4	1,7	2,2	0,9	0,8	0,5
14	1,1	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	1,1	1,5	0,9	1,5	2,2	1,4	2,2	1,5	2,5	3,1	5,2	6,2	5,5	5,1	4	2,9	0,9	0,9
15	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	3,5	4,7	5,3	5,1	5,6	5	4,9	6,6	7,4	7,1	7,6	6,1	5,5	5,3	3,4	2,5
16	1,8	1,9	2,1	2,7	2,7	2,4	2	2,1	3,3	4,4	5,5	6,6	6,8	7	7,7	7,7	7,8	6,9	5,6	4	1,3	2,4	1,2	0,6
17	0,5	0,4	0,4	1,2	1,7	2,1	1,1	0,8	1,3	2	2,9	3,9	4,5	4	3,8	3,9	4,3	3,9	3,5	4,4	4,3	3,9	4,9	4,2
18	3,3	2,5	1,6	1,1	2,7	2,2	2,6	2,8	3,5	4,7	5,1	5	5,3	5,3	4,8	5,1	5,7	4,6	4,1	3,8	3,1	3,1	2,8	3
19	2,4	1,1	0,6	1,6	2,2	1,5	2,6	4	2,7	1,6	2	1,9	2,3	3,6	3,8	4,5	4,6	5,9	4	2,9	3	4,2	4,1	2,5
20	0,9	0,5	0,4	0,8	3	2	2,4	2	1,3	3	4,4	3,8	3,8	3,3	3,4	4,2	5,5	5,1	5,1	4,3	3,8	2,8	1,7	0,5
21	0,4	1,2	0,4	0,5	0,4	0,8	2,7	1,6	1,2	2,3	3	3	3,6	3,2	3,3	3,4	3,5	3,3	3,4	3,1	3,6	1,7	1,7	1
22	0,9	0,4	0,5	0,8	0,8	0,4	0,7	1,1	2,7	3,9	4,2	5	5,2	5	5,1	6,8	7,7	8,9	7,5	5	5,1	3,6	1,8	1,4
23	2,9	3,5	1,2	0,4	0,5	0,4	0,7	1,6	2,4	4	4,7	4,2	4	4,6	4,1	4,4	4,8	6	6,4	5,2	3,5	3,1	3,4	3
24	1,6	0,5	0,8	0,4	0,4	0,5	2,5	2,6	3,3	3,5	3,6	3,4	3,7	3,7	3,5	3,5	4,8	6,3						

Tabla A.42
Temperatura ambiente [°C]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	8,1	7,1	8,3	9,3	9,3	9,3	9,8	9,9	10,2	10,6	11,8	14	16,5	18,5	20,3	21,2	21,3	20,2	17,1	15,3	13,6	10,8	8	6,9
2	6,6	5,1	4,8	4,4	3	4	11	16,3	19,7	20,6	23,3	25,7	27,3	28,3	28,6	28	26,1	24,5	21,6	20,4	17,1	16,6	16,1	13,6
3	10,4	8,3	7,7	7,3	5,5	5,9	14,5	18,5	20,9	23,3	24,5	26,5	27,4	27,9	28,2	26,7	24,5	22	19,5	18,6	17,8	15,2	13,5	11,8
4	10,5	9,1	6,6	5,5	4,9	5,8	12,1	16,4	18,9	21,5	23,7	25,5	27	27,7	28,3	27,4	25,9	24,3	21,5	19,6	18,3	17,6	14,7	12,3
5	10,9	9,3	8,5	7,7	7	8,6	16,4	20,3	21,4	24,2	26,4	28,1	30	31,2	31,5	31,5	30,6	28,7	25,6	22,7	21,2	18,4	19,4	16,1
6	12,6	10,3	9,4	9	8,6	9,5	16,9	21,8	24,5	25,8	27,3	28,5	29,7	29	29,2	28,9	26,9	24,4	21,6	20,6	20,5	17,9	15,4	12,4
7	10,2	9,6	8,4	6,8	5,6	5,7	11,5	14,8	17,8	20,4	21	22,8	23,4	23,9	24,6	24,9	23,2	20,9	18,8	17,7	16,5	15,8	14,2	13,2
8	10,4	9	9,3	9,4	11,1	11,1	11,3	12,7	13,6	14,2	15,8	16,8	16,7	16,8	17,5	19,7	19,1	17	15,3	13,4	12,9	13,1	11,8	10,1
9	9,5	9,8	8,3	7,5	6,2	6,8	12,8	14,4	16	17,8	19,7	21,4	22,4	23,2	24	24,5	23,6	22,6	19,7	18	16,3	13	10,9	14
10	13,1	10,3	7	5,8	4,2	5,2	14,1	16,8	20	23	24,9	27,2	29,3	30,5	30,4	30,1	28,8	27,2	23,9	22,5	21	20	18,5	15,3
11	11,3	9,7	8,6	10	8,9	8,1	17,4	21,6	23,7	25,3	27,6	29,4	30,1	30,2	29,1	28,2	26,8	25	22,2	19,5	16,1	14,7	13,4	11,2
12	9,4	6,9	5,6	6,6	5,2	6,9	10,3	11,2	13,5	15,2	17,1	19,2	20,2	20,1	20,6	20,2	19	16,8	14,3	13,2	12,6	12,8	12,4	12,3
13	11,8	11,5	11,7	11,8	11,3	11,1	12	12,5	14,1	16	17,5	19,9	21,9	23	23,9	24,2	23,8	23,3	19,9	17,8	16,5	13,5	12,1	10,8
14	10,5	11,5	8,5	7,4	5,4	7,2	15,2	19,5	21,9	24,6	26,6	28,7	30,1	31,1	32,1	31,7	30,3	27,6	24,1	23	21,1	20,6	18,7	15,8
15	13,2	10,4	9,4	9,1	8,5	10	16,5	20,3	21,2	22,3	24,7	26,5	27,2	28	28	27,4	25,5	23,5	20,4	18,3	15,1	13,4	11,8	11,5
16	11,6	11,6	11,6	11,5	11,4	11,3	11,5	12,3	13,3	15,4	17,1	18,2	19,7	20,3	20,4	19,2	17,2	15,5	14	13,1	11,9	11,6	10,6	8,6
17	7,5	8,7	10,6	11,5	11,6	11,6	11,9	12,7	14,5	17,4	20,5	23,4	25	26,6	27	27	25,8	24,2	21,2	18,6	16,1	14,1	12,7	11,6
18	10,9	10,1	9,2	8,7	9,6	10,1	11,3	11,9	12,6	14,2	16,8	18,4	18,9	19,9	21	20,5	19,6	19,6	17,8	15,6	14,8	13,8	12,3	11,5
19	10,9	9,5	7,9	8,5	8,2	9,2	11,1	11,9	13,5	15,4	18,4	21	23,4	23,6	24,3	23	21,6	19,1	16,1	14,9	13,2	12,4	11,3	10,1
20	8	7,5	7	7,1	9,7	9	10,3	12,8	16,4	18	19,6	21	22	23,2	21,4	21,8	20,9	18,6	16,2	15,1	13,5	12,8	11,7	9,5
21	7,6	7,6	6	4,7	6,4	8,3	13,4	16,8	19,8	22,8	24,3	26,5	27,9	29	29,3	29,4	29,1	27,8	24,8	22,8	20,8	18,3	17	14,2
22	12,5	10,3	8,6	9,4	8,8	11,3	18,5	22,4	23,9	26,2	28,4	29,6	31	31,9	31,7	29,1	26,3	23,7	20,7	18	17,7	16,6	14	11,7
23	11,8	10,7	8,6	5,9	3,7	6,5	14,4	17,1	18,6	21,1	22,5	24,2	25,9	27,5	27,8	27	25,7	23	20	18,5	17,7	16,3	15,5	14,8
24	13,5	10,9	9,6	8,1	7,3	10	15,7	17,9	19,7	22,4	24,3	26,3	28,1	29,2	30,6	30,4	28,4	25,6	23,1	20,9	19,8	19,4	17,4	16,2
25	12,9	11,3	11,7	10,1	8,1	10,4	17,9	20,8	23,6	24,8	26,9	28,6	30,1	31,6	32,1	31,8	30,6	28	25,3	24	22,6	20,6	18,7	15,3
26	13,2	12	11,1	10,4	9,5	12,5	19,8	22,6	24,1	26,1	27,5	29,1	29,6	28,6	27,4	25,2	23,9	21,9	19,7	17,1	14,8	13,2	12,6	11,8
27	10,9	9,6	9,5	9,1	8,9	10,5	13	14,4	16,1	17,9	18,9	20,1	22,6	23,6	24,3	24,9	24	22,7	20,2	18,2	16,3	14,1	13,1	11,1
28	8,9	7,6	6,4	6,1	7,3	10,2	16,8	19,2	22,4	24	26,2	28,6	30,4	31,4	32	31,8	30,9	29,3	26,3	24,5	23,3	20,8	18,4	15
29	12,9	12,8	11,9	12,8	16,4	18,5	20,9	22,9	25,6	27,1	29,3	31,6	33,1	34,1	34,3	34,1	33,6	32	29	25,9	24,2	21,5	22	17,6
30	13,7	14,9	14,2	12,4	10,9	13,2	20,6	23,9	27	29,4	31,9	33,7	34,6	33,8	32,4	30,7	28,5	25,5	22,7	20,7	18,7	17	15,1	13,8

Tabla A.43
Radiación solar [W/m²]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	0	15,9	44	83	127	221	474	868	844	722	550	352	142	3,7	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	23,2	171	401	589	766	825	905	928	872	736	558	348	158	4,9	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	24,4	191	385	592	756	878	912	904	869	738	562	359	156	4,9	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	29,3	189	403	606	773	888	890	927	865	749	564	368	166	2,4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	26,9	209	418	614	779	894	932	941	872	747	571	370	169	2,4	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	25,6	203	419	617	689	904	916	915	871	728	553	359	107	9,8	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	14,7	90,4	134	266	425	536	645	614	584	493	418	182	86,7	7,3	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	1,2	33	76,9	138	175	261	208	162	198	392	585	298	42,7	3,7	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	40,3	210	431	633	720	869	817	890	836	750	590	388	187	8,5	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	45,2	238	444	641	805	910	922	940	902	778	598	393	197	12,2	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	40,3	231	444	639	808	918	937	946	899	777	609	408	197	12,2	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	41,5	227	431	626	791	873	883	894	871	749	579	382	176	11	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	7,3	47,6	115	296	424	563	838	889	742	628	580	394	200	4,9	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	47,6	233	441	640	805	911	932	946	900	774	593	391	189	15,9	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	44	227	434	629	795	904	919	929	893	762	591	399	195	15,9	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	1,2	37,9	118	245	658	863	876	889	873	758	584	377	120	4,9	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	3,7	37,9	97,7	236	788	891	902	917	901	777	606	405	194	19,5	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	19,5	61,1	125	236	480	854	847	740	711	622	458	291	222	34,2	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	13,4	68,4	127	238	377	792	894	889	756	750	613	413	211	23,2	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	14,7	92,8	353	593	718	803	839	769	762	225	435	416	209	24,4	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	63,5	260	466	662	827	908	918	933	912	795	620	420	214	25,6	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	59,8	252	459	653	819	923	934	948	916	781	606	418	213	30,5	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	63,5	261	473	639	814	856	904	919	924	816	628	434	225	29,3	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	62,3	252	459	655	824	907	917	933	926	813	629	430	230	33	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	58,6	248	455	651	817	917	928	941	930	814	642	437	228	33	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	59,8	248	458	659	808	918	930	922	886	631	402	346	236	34,2	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	56,2	254	466	659	822	880	883	901	905	805	625	424	219	33	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	65,9	260	466	661	825	917	927	941	933	817	639	438	236	40,3	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	70,8																		

Tabla A.44
Humedad relativa [%]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	80	82,1	82,5	79,5	79,3	79,7	77,9	78,1	76,9	74,8	69,7	62	53,9	48,2	43,2	40,4	40,9	43,2	49,2	52,2	56,3	65	71,1	75,2
2	77,5	79,7	81,8	82,9	82,7	83,8	76,6	55,6	46,5	44,1	35,3	27,9	23	22	19,4	17,9	22,4	24	30,5	34,3	48	49,6	50,1	56,1
3	66,5	72,4	74,6	75,5	78,1	79,7	57,8	43,1	36,3	31,7	29,7	24,9	21,9	19,8	19,2	22,3	27,9	33,2	36,4	32,2	31,9	43,8	54,5	63,7
4	68,9	71,8	76,1	79,4	81,3	82,6	67,6	53,1	47,4	40	33,2	29,6	23,7	23,6	19,1	20,1	22,5	20	29,7	39,4	43	42,6	49,4	57,3
5	60,4	66,4	68,9	70,9	73,9	72,2	50,6	39,6	36,7	32	27,4	24,2	21,5	20,5	20,3	19,4	20,8	21,8	24,4	29,2	33,6	39,7	41	48,3
6	59,2	63,8	66,7	68,4	67,6	65,6	46,9	35,4	30,2	28,4	26,6	25,5	25	27	23,1	22,8	19,7	13,9	16	17,2	13,9	22	31,9	41,6
7	45,5	49,5	58,9	62,3	64,8	61,8	53,4	45,2	35,8	30,3	30,9	24	23,9	27,7	26	27,7	33,9	37	36,8	38,6	43,7	45,7	51,8	56,8
8	68,7	73,7	74,8	72,5	69,4	70,3	70,7	65,3	62,3	61,3	53,2	47,5	44,3	43,5	47,6	42,9	44	48,1	53,9	60,7	62,3	61,1	63,9	67,2
9	69,8	72,9	75	78,5	80,7	82,2	66,7	59,5	54,1	49,5	43,7	38,4	34,1	31,3	28	23,9	24,4	25,2	28,4	31,9	38,7	48,5	54,8	46,7
10	49,4	57,5	67	70,6	75,2	74,4	51,1	43,8	36,8	29,9	22,8	17,8	18,4	15	8,9	8,4	9,2	11	18,4	21,1	26,3	29,8	37,5	45,4
11	55,2	58,7	59,5	55,7	60,6	63,9	40,1	30,8	27,7	25,2	20	17,9	15,7	15,8	18,1	13,9	12,5	17,7	25,2	35,3	45,9	48,3	51,5	59,5
12	64,8	70,1	72,6	71,3	76	79,2	71,6	71	63,3	58,6	53,2	48,5	47,4	49	48,1	48,7	51	56	62,5	65,3	67	66,3	66,5	66,3
13	67,5	69,8	67,8	67,3	68,6	69,9	66,7	64,9	61,1	56,2	52,4	46,6	41,2	37,2	34,4	33,8	33,8	35,7	44,1	48,4	53,7	61,4	66,9	71,1
14	72,3	69,7	78	80,3	81,8	82,1	62	47,9	40,8	33,4	25,6	21,4	17	15,7	12,8	14,4	20	22,6	25,8	30,8	40,1	44,3	42,9	52,4
15	63,8	68,9	71	72,9	75,7	72,4	57,9	47,4	46,4	45	36,4	34,4	33,3	31,5	31,3	31,3	34,8	39,4	49,4	55,4	68,9	75,3	81,8	83,3
16	83,6	83,9	84,1	84,2	84,2	84,4	84,2	81,7	77,4	69,7	62,9	59,3	55,6	54,2	54,5	57,8	63,1	67,7	71,6	73,1	75,6	77,8	79,2	82,7
17	83,8	84,7	83,5	81,3	80,1	80,4	79,2	76,3	70	60,4	50,9	36,9	29,2	28,7	28,3	27,8	31,8	35,6	41,9	49,7	58,7	66,1	71,5	75,9
18	78,2	80,3	82,2	83,7	83,8	83	79,2	76,4	73,8	67,8	58,1	52,2	49,8	48,1	44,9	46,8	49	48,5	52,9	57,5	59,6	61,3	64,8	65,8
19	67,4	71,5	76,4	73,8	75,3	71,4	65,8	62,5	60	56,1	49	41	35,4	29,8	28,4	32,5	34,3	38,7	44,5	46,3	51,5	54,8	59,1	62,4
20	69,1	70,9	72,2	71,4	66,4	68,3	65,5	59,1	48	43,1	35,5	32,8	32,1	29,9	32,3	35,5	41,1	47,8	54,9	57,6	63,6	65,9	69	74,4
21	78,4	81,3	81,6	82,8	85,2	83,6	67,3	55,7	45,4	35,2	31,3	27,8	25	20,6	16,5	15,5	15,3	19,9	26	28	35,2	41	45,4	50,8
22	58	63,4	66,7	66,9	69,1	64,4	45,6	35	33,3	29,2	24,2	22,8	19,1	16,5	18,6	22,3	22,6	21,7	26,3	29,7	21,8	27,1	39	47,8
23	52,3	60,4	68,9	75,5	77,7	73,7	52,1	43,9	39,4	31,3	25,5	22,7	17,3	15,2	18,1	23,6	28	35	41,8	46,1	48,2	55,1	60,7	63,3
24	67,5	75	77,4	80,2	81,6	79,4	64,2	57,5	51,8	44,3	39,3	34,5	30,6	25,8	20,6	25	30,6	34	36,5	42,4	43,6	44	47,9	52,4
25	63,6	68,9	67,8	72,4	75,6	71,4	52	44,9	39,1	37,2	32,8	27,8	22,6	22,7	20,9	20,2	22,1	26,4	31,5	34,6	38,6	44,3	49,6	58,4
26	64,8	68,7	69,3	71,9	73	68,9	49,5	42,6	39,7	35,7	31,8	29,9	26,9	29,6	27,4	29,7	31	34,4	40,6	54,3	63,8	66,4	70,5	77,2
27	80,1	81,9	83,3	83,3	83,9	82,3	71,9	65,3	58,7	53,1	50,4	46,8	38,6	36,4	32,2	29,3	32,8	36,1	42,1	46,9	51,7	57,5	61,1	66,7
28	71,9	74,7	76,8	78,7	78,5	72,5	52,3	46,2	39,6	36,1	31,2	26,3	22,8	20,2	16,7	16,5	18,1	21,4	27,4	31,7	35,8	44,1	47,7	55,6
29	61,4	62,3	62,1	58,6	49,5	44,5	39,9	36,1	30,7	28,9	24,5	20	13,8	12,5	14,7	11,6	10,4	12,2	15,5	22,3	25,6	31,2	30,9	39,7
30	47,7	49,1	49,6	57	61,7	56,6	38,1	31,3	26,3	22,7	15	11,7	8,6	11,9	15,4	20,6	28,5	35,6	42,2	45,4	52,8	58,2	64,4	68,6

Diciembre

Tabla A.45
Velocidad del viento [m/s]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,4	1,2	4,5	4,3	4,4	5,4	5,5	7,3	8,4	7,8	7,5	6,8	6,4	5,6	5,5	4,4	3,1	2,7	3,6	
2	3,9	3,5	3,4	1,1	3	3	3	1,6	1,4	1,7	2,9	6,5	7	5,7	6,8	7	6,8	6,5	5,2	3,1	3,4	3,6	3,1	2,8	
3	3,4	3,6	2,6	1,5	1,1	0,8	0,9	1,1	2	2,5	3	2,9	4,2	5	4,5	3,9	4,9	5,1	5,9	7,1	6,8	5,4	4,8	4,2	3,4
4	2,7	1,5	0,9	0,5	0,4	0,4	0,5	1,4	1,1	1,5	2,6	3,6	4,1	4,1	4,6	4,3	5,4	6	6,8	7,1	5,4	2,3	2,6	3,5	
5	0,9	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	1,6	2,5	2,8	3,1	4	4	3,8	4,3	4,7	5,7	6,2	6,5	4,7	3,6	4,4	3,9	3,2	
6	2,9	1,9	2,3	2,4	1,9	1,2	1,6	0,8	2,5	4,5	5,3	5,7	6,2	6,6	7,2	6,6	5,6	4,2	4,1	5,6	5,3	4,4	3,5	2,7	
7	2,4	2,1	2	2	2,5	2,6	2,5	1,8	1,8	3	3,9	5,2	5,4	5,3	5,8	5	4,8	4,3	4,5	5,1	4,4	2,1	0,7	0,9	
8	1,8	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,9	1,5	2,5	4,2	4,8	4,9	4,6	5,3	5,6	8,1	8,5	5,8	5,8	4,7	3,8	3	1,9	
9	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	1	1,7	3,5	4,6	5,1	5,6	6,6	6,1	6,2	6,7	6,5	6,2	5,9	5,5	5,2	4,4	3	
10	2,8	3,2	3,1	2,6	2,9	2,8	2,7	3,5	3,5	3,2	4,5	5,6	5,2	5,2	5,8	4,4	4,2	4,8	4,9	3,9	3,4	2,5	4,6	3,7	
11	2,6	1,5	0,7	0,7	0,4	0,4	1,3	1,4	2	1,9	2,3	3,2	3,4	4,2	4,7	4,1	4,2	4,5	4,1	3,9	3,6	3,3	3,1	2,1	
12	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	1,9	1,2	1,4	2,1	3,1	4,6	4,4	4,4	4,5	4,6	4,5	5	6,3	4,7	4,4	2,4	3,7	2,2	0,5	
13	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	3,7	4,7	5,1	5,7	5,6	5,8	7	6,2	6,6	6,1	5,2	4,7	5,1	5,3	4,3	3,1	2,4	
14	1,2	0,5	0,9	0,5	0,9	0,4	0,8	2,1	4,2	5,9	6,4	6,3	6,3	6,4	7	6,5	6,1	4,8	4,5	4,7	4,2	4,2	2,8	2,4	
15	2,5	2,3	0,6	1,5	1,1	2,4	2,9	4	4,8	5,5	5,8	6,3	6	5,7	6,1	6,4	6,3	6	5,2	4,3	3,9	3,9	2,5	1,7	
16	2,6	0,9	0,4	0,4	1,5	2,5	2,2	2,4	2,9	3,7	5,2	6,6	7,9	8,2	7,3	6	4,5	4,6	4,6	3,8	3,2	2,9	2,5	2,2	
17	1,9	1,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	2,6	3,9	4,3	4,8	5	4,5	5,5	5,5	6,4	6	5,4	4,7	3,5	4,5	4,2	3,7	1,1	
18	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,2	2,3	3,9	4,1	3,7	3,9	4,2	4,3	4,3	4,9	4,9	4	2	2,6	2,9	
19	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,6	2,8	3,7	5,2	4,7	5,6	6,4	6,2	6,1	6,4	6,3	6,5	6,5	4,7	4,3	3,9	2,1	
20	0,8	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,9	2,7	3,1	3,7	4,2	4,2	4,3	4,7	5,6	6,1	5,5	5,9	7,9	8,1	6,8	3,9	3,7	3,7	
21	3,6	2	0,9	0,8	0,6	0,5	0,6	2,5	3,2	5	5	4,8	5,7	4,9	5,4	4,7	6	6,3	7,4	6,7	5,9	3,5	3,6	3,1	
22	1	0,4	0,5	0,6	0,6	2,2	3,4	3,7	2,9	2,5	3,2	3,7	3,6	3,3	3,3	3,9	4,5	4,3	4,2	4,1	2,6	2,3	1,9	1,7	
23	1,3	0,6	0,6	1,6	1,6	2,3	1,5	1,8	2,4	3,7	5	5,1	4,7	5,1	4,9	5	5,4	4,8	4	3,4	3,8	3	1,3	0,8	
24	0,9	0,4	0,4	0,4	1,1	0,7	1	1,2	1,4	3,5	4,6	4,1	4,4	4,2	4,9	4,9	5,5	5,8	5,3	4,8	3,8	3,9	2,8	0,7	
25	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1	1,8	2,7	4	4,7	4,8	4,5	4,7	4,3	4,2	5,5	3,6	3,2	4,6	4,4	3,2	2,2	
26																									

Tabla A.46
Temperatura ambiente [°C]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	13,6	12,3	11,4	10,8	10,2	9,7	10	12,7	14,2	16,7	19,4	22,3	23,8	24	24,1	23,4	23,4	22,1	20,1	18,5	16,5	15,6	13,7	14,7
2	11,5	10,6	10	9,8	10,7	11	11	11,1	11,4	12,2	15,6	19,1	19,9	19,1	20,3	21,4	21,2	21,2	19,9	17,7	15,5	14,6	12,7	12,5
3	10,6	9,8	9,2	9,2	9,7	9,9	10,6	11,6	13,1	14,5	17	19,2	21,8	24,7	25,5	25,9	25,7	23,6	22,2	19,5	17,1	15,9	14,9	11,3
4	13	12,3	11,6	11,2	10,6	10,3	10	12,8	16,5	19,2	21,9	24,2	25,3	25,5	26,2	26,7	26,4	25,2	23,7	20,4	18,3	17,7	16,5	14,4
5	13,5	12,7	13	10,6	10,2	11,1	10,2	14,9	18,1	19,8	22,3	24,4	26,4	27,3	28,4	29,1	27,5	25,9	24,3	22,6	20,7	19	16,7	15,4
6	13,4	12,3	12	11,3	11,1	10,7	10,6	10,8	13,6	17,5	20,4	22	23,1	24,5	24,2	24	23,6	23,5	21,4	18,9	17,2	15,6	14,4	14,3
7	12,6	12,1	12,3	12,5	12,8	12,6	12,8	13,4	14,2	15,3	17,1	20,1	21,9	23,7	24,8	25,9	26,1	25,7	23,8	22,1	19,8	18,2	17,7	13,3
8	14,8	13,6	12,9	13	12,2	12	12,8	17	19,7	24,6	27,3	28,4	28,7	30,2	30,2	29,9	28,3	26	23,2	21,7	19,1	17,2	15	15,3
9	12,8	12,5	11,8	11,4	11,2	11,2	11,3	11,5	12,5	17,3	21	24,3	26,3	27,9	28,5	29	27,8	26,4	24,4	21,1	19	17,3	14,5	14
10	12,3	11,8	11,5	11,4	11,4	11,5	11,6	12	13,1	16,1	18,3	21,3	23,6	23,8	26,1	26,5	27,2	26,9	25,3	22,6	20,2	18,9	18,4	13,2
11	14,9	14,1	13,3	12,6	11,8	11,5	11,5	14,9	19,2	21,7	24,1	26,4	27,7	28,7	29	29	29,2	29	27,8	26,4	23,4	21,8	20,6	16,5
12	16,2	15,6	13,7	13,8	13,9	13,9	15,9	16,6	21,1	23,2	25	27,4	28,8	30,1	31,4	30,6	30,3	29	27,8	24,5	22,5	21,5	19,3	17,9
13	16,3	14,9	13,5	13,3	12,4	11,5	11,7	15	17,7	20,6	23,7	24,8	26,4	27,2	27	27,1	27,1	26,3	24,9	21,7	19,2	16,7	15	17,8
14	12,4	11,9	11,3	11	11,1	11,1	10,9	11,3	12,4	14,9	18	20	20,7	21,7	22,7	23,1	22,5	22,1	21,2	18,9	16,5	15,2	13,6	13,1
15	12,3	11,9	11,6	11,2	11,5	11,4	11,5	12,4	13,4	14,1	15,2	16,4	18	19,2	20,1	21,1	21,3	20,5	19,1	16,7	15	14,2	13,6	12,9
16	12,4	12,6	13,1	13,2	13	13,1	13,5	13,6	14,5	15,4	16,8	18,8	19,5	20,2	19,5	20,1	19,6	19,5	19,6	18,3	17	16,2	15,1	12,7
17	13,4	12,8	12,4	11,8	11,3	11,2	10,7	13,9	15,8	18,6	20,9	22,5	24,7	26	27,4	27,8	27,5	25,7	24,3	22,4	18,7	17,2	16,4	14,3
18	14	13,4	12,8	12,5	12,3	11,8	12,2	15,5	20,1	22,9	24,6	27,4	29,4	30,9	31,3	32	31,5	30,4	29,1	27	24,8	23,6	22,5	14,8
19	18,6	17,8	17,5	16,4	14,6	15,3	15,6	20,4	21,6	23,3	26,2	28,9	29,3	30,6	30,7	29,7	29,3	28,7	27,2	25	22,5	21,8	20,3	20,5
20	16,4	15,7	13,2	13,2	12,7	11,6	12,3	16,2	19,2	21,6	23,6	26,4	28,3	29,4	30,9	31,4	30,3	29,6	27,9	25,4	22,5	21,2	20	18,1
21	16,8	15,9	14,8	14	13,5	12,6	12,6	16,1	18,8	20,4	22,6	24,3	25,8	27	27,4	27,7	27,1	24,1	22,5	20,1	19	18,1	18,8	
22	14,6	13,9	12,9	11,5	11,4	11,1	12	15,1	17,3	19,9	22,5	24,1	25,6	27,5	28,7	29,9	29,2	28,8	27,8	26	23,4	21,4	18,6	16,6
23	16,6	15,4	15,5	15,2	14,7	14	13,7	15,7	18,3	20,5	22,6	25,9	28,1	28,9	29,5	28,9	29,3	28,7	27,7	25,7	23	21,9	19,1	17,3
24	15,3	14,6	13,7	13,2	15	13	12	15,8	20,6	24,1	26,4	27,8	29,5	30,7	31,6	31,7	31,1	30	28,7	26	22,4	21,5	19,3	17,8
25	15,9	14,1	15,2	12,4	13,3	10,9	10,9	16	19,7	21,7	24,2	27,6	29,2	31,3	30,4	31	30,8	29	27,6	24,3	22,1	20,1	19,3	16,7
26	15,7	15,9	14,6	13,4	14,3	12,8	12,4	16,5	19,1	21,8	24,8	26,9	29,7	30,1	31,5	32,8	31,5	29,6	27,5	25,3	23,4	21,8	21	16,8
27	17,8	16,1	15,5	15,3	14	13,5	13,9	16,1	18,1	21,6	24,4	26,7	28,5	29,5	30,5	29,2	27,7	26,9	25	23	20,5	18,1	16,3	18,4
28	13,8	13,1	12,6	12,3	12,1	12	11,9	12,3	13,9	17,7	20,8	23,4	26,7	28,4	29,6	29,6	27,9	26,3	24,9	22,4	19,7	18,5	16,2	14,9
29	13,8	13	12,5	11,9	12,3	12,3	12,2	12,3	15,4	21,6	22,9	25,2	27,9	29,7	29,8	30,8	29,2	28,1	26,8	24,7	21,9	20,2	17,7	14,8
30	15,3	14,2	13,4	13,1	12,7	12,8	12,5	16,6	22,7	24,6	27	28,2	27,8	27,5	27,2	27,2	26,4	25,5	24,2	21,8	18,9	17,1	15,5	16,3
31	13,8	13,1	12,4	11,9	12	11,6	11,4	13,6	15,2	18,7	20,7	23,1	23,8	24,9	25,8	26	25,5	25	24,2	22,9	21,1	19,4	17,9	14,9

Tabla A.47
Radiación solar incidente [W/m²]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0	0	0	0	0	62,3	259	466	663	832	905	910	915	913	803	631	432	231	40,3	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	8,5	35,4	105	241	626	889	888	889	904	813	642	437	231	37,9	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	19,5	85,5	217	679	828	889	897	911	916	811	636	429	234	46,4	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	53,7	238	449	648	818	911	912	922	918	801	629	436	238	46,4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	63,5	256	459	658	825	915	917	928	924	811	640	448	247	52,5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	35,4	261	463	656	824	906	911	912	614	780	597	451	156	15,9	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	22	97,7	180	308	786	894	900	916	916	811	650	452	243	65,9	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	54,9	237	441	634	795	912	940	948	907	791	642	443	250	58,6	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	57,4	245	453	644	812	913	921	934	932	824	648	460	255	58,6	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	44	225	449	653	824	902	904	919	932	841	686	495	278	64,7	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	63,5	263	473	670	840	927	928	937	948	854	679	486	280	63,5	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	72	269	479	678	833	932	930	941	950	850	681	486	280	63,5	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	65,9	267	480	683	858	916	917	930	938	857	684	477	267	57,4	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	37,9	243	469	669	845	886	893	905	918	849	678	477	263	61,1	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	26,9	204	448	669	839	883	882	890	906	852	679	477	258	59,8	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	4,9	47,6	144	354	784	889	889	893	896	818	651	451	244	61,1	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	42,7	219	425	626	799	897	911	924	927	823	665	474	253	57,4	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	48,8	226	423	618	789	913	930	944	934	823	659	469	271	65,9	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	63,5	247	443	636	806	906	932	944	945	850	685	486	289	75,7	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	57,4	237	437	634	805	918	927	939	944	836	673	475	274	70,8	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	58,6	248	449	645	821	915	918	926	934	835	669	480	280	73,3	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	54,9	247	457	655	821	915	916	928	945	861	696	508	302	80,6	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	47,6	261	465	664	835	917	923	933	948	885	722	519	308	81,8	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	51,3	249	459	661	835	930	932	943	957	873	701	499	292	76,9	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	47,6	239	448	653	825	926	921	686	954	806	698	498	285	68,4	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	59,8	237	459	642	811	852	846	841	885	819	451	213	120	31,7	1,2	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	40,3	217	429	630	816	917	930	944	954	878	718	468	278	80,6	0				

Tabla A.48
Humedad relativa [%]

Día/hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	71	74,9	77,9	79,5	80,9	81,3	63,7	64	58,2	47,6	41,3	39,7	39,5	40,4	42,4	42,8	45,1	49,3	53,8	61,6	63	67,4	72,3	75,5
2	78,2	80,1	80,7	81,9	82,8	81,4	81,4	79,3	73,4	61,4	53,9	50,6	50	44,8	44,9	44,2	43,6	45,8	49,6	49,6	56,4	62,6	67,5	70,5
3	72,8	74,9	76,2	79,5	79,8	81,1	73,1	65,9	56,4	53,3	47,9	39	31,2	26,5	21,9	24,7	30,7	37,6	47,3	53,8	53,1	56,8	62,8	65,9
4	70,5	73,2	77,3	80,2	81,7	81,6	66,5	58,2	50,9	43,8	38,8	36,9	33,4	31	31,2	31,7	33,8	36,7	41,1	42,8	41,8	44	50,1	52,2
5	62,2	70,6	71,3	73,5	75,5	71,4	49,7	44,9	41,2	36,8	33,1	29,7	27,7	25,4	25,6	27,5	29,7	31,6	34,2	35,2	36,3	44	53	58,4
6	66	69,1	69,1	73,1	79,3	79,2	71,8	56,1	49,2	46,3	38,7	34,7	35	35,9	35,4	35,9	35,6	38,2	45,4	58,7	63,2	69,3	74,4	78,3
7	81,4	82,9	83,6	83,3	82,7	81,3	78,3	73,4	67,8	60,7	55	47,3	41,5	39,1	39,1	38,1	39,3	41,2	46,7	53,8	57,7	58,6	64,7	70
8	67,7	73	76,1	76,7	78,4	74,8	58,9	48,7	44,3	39,9	35,5	30,5	30,2	29,1	31	33,2	39	43,9	47,6	51,4	59,7	64,9	71	73,8
9	77,1	78,7	81,2	81,3	82,5	82,9	71,3	60,2	50,8	47,6	42,1	37,7	34,9	34,1	33,6	34,8	36,6	39,8	43,7	45,3	49,8	54,9	63,2	70,7
10	77	80,2	81,6	82,7	82,2	81,6	75,9	70,2	61,5	54,8	46,8	39,4	35,6	32,5	29,6	27,5	22,3	22,7	34,1	40,4	46	49,3	57	60,3
11	66,1	70,9	74,9	78,2	79,3	77,7	60,1	51,3	46,3	40,1	34,1	29,6	25,7	24,7	24,8	22,2	23	24,5	26,9	30	34,5	39,4	43	46,7
12	57,1	61,9	64,5	67,2	67,5	49,6	43,7	37,9	33,2	29,5	24,5	23,2	18,6	16,9	16,6	18,3	17	14,6	16,8	27,7	29,4	30,2	34,9	43,5
13	49,6	54	57,2	60	62,8	57,6	35,7	37,3	35,9	31,2	28,8	26,8	26,2	28,3	27,8	28,2	29,5	31,1	38,6	49,6	57,5	64,4	67,3	73,6
14	76	79,3	82,5	83,8	84,9	85,5	79,5	65,8	62,1	57,6	53,2	46,9	42,7	41,1	41,5	41,3	43,2	45,5	52,5	60,6	64,9	71,1	75,7	77,8
15	79,7	81,4	82,8	84,3	84,9	85	80,6	72,1	67,5	64,3	58,2	55,2	52,7	48,9	46,7	48,1	49,5	53,4	62,6	68,1	69,7	73,4	76,1	78,9
16	79,9	80,2	81	80,1	79	77,5	75,8	72,8	68,4	61,5	55,8	52,6	52,1	54,3	53,8	51,1	50,9	54,3	60,3	65,4	67,8	71,3	73,9	76,2
17	78	79,3	81,2	82,4	83,7	83,7	71,6	62,5	58,7	51,7	47,1	42,1	38,2	37,7	37,2	37,4	39,3	42,6	47,9	51,8	60,8	68,6	75	77,2
18	80,6	82,1	82,7	83,7	84,3	83,6	67,2	56,2	49,7	45,1	39,8	36,3	30	27,7	25,8	24,7	26,3	29,9	33,8	34,9	36	37,8	41,6	45,5
19	53,1	58,1	63,4	67	67,2	62	42,4	39,5	37,7	33,5	27,7	24,4	20,9	22,9	23,1	22,5	21,1	20,2	25,6	26	21,2	18,7	23,4	28,7
20	38,3	44	48,3	50,9	53,1	49,5	36,6	39	34,7	31	25,7	23,5	21,6	17,8	14,8	16,2	17,9	22,7	31,7	36	36,6	33,8	43,8	51,8
21	55,4	57,9	63,6	66,5	68,7	65,7	51,4	49,6	45,2	38,9	34,8	32,3	29,9	27,6	26,5	25,2	25,3	29,8	35,3	39,2	39,3	39,6	41,9	46,2
22	52	59,7	63,3	65,4	64,2	61,8	52,9	47	41,3	35,7	32,7	28,3	24,4	22,2	20,5	18,5	17,7	18,9	21,3	24,3	31,2	32,2	38,7	42,3
23	48,7	54,3	58,2	49,2	45,7	45,3	39,1	34,7	30,7	28,7	23	18	14,9	14	13,3	10,4	8,2	10,9	13,8	17,8	23,9	26,6	31,9	37,7
24	43,5	47,9	47,4	49,2	51,5	46,9	31,9	25,2	22,3	19,9	15,4	13,8	10,1	7,6	7,4	7,7	8,8	10,1	11,5	13,6	14,8	23,4	28,1	36,8
25	41,6	45,2	46,8	49	47,7	46,5	30,3	23,4	23,5	20	15,2	13,2	15,1	13,6	16,6	17,3	19,8	22	23,8	23,3	24	23,3	21	29
26	36,9	38,2	41	44,9	46,8	42,8	29,4	22,4	22,9	23,8	23,1	21,2	18,8	16,7	16,8	19,4	22,3	24,5	27,7	31,1	37,7	38,9	43,8	50,2
27	51,5	57,9	62,3	65,8	66,4	60,1	45,7	39,6	37,4	36,8	31,9	28	23,3	24,8	26,5	29,4	34,1	36,9	38,5	49,4	58,4	64,7	69,4	74,2
28	76,7	78,8	81	82,1	82,7	83,2	72,3	63,5	51,7	49,9	43,4	35,8	30,6	27,8	29,4	34	36,2	38	40,6	47,4	58,4	64,8	69,1	73,2
29	75,9	79,1	81,2	81,9	83,9	84,7	82	66,9	49,1	44,7	42,4	35,8	30,2	29,7	29,4	31,6	33,3	34	36,7	45,4	49,2	54	60,3	66,2
30	69,6	75,5	76	78,3	79,1	78,1	50,5	42,2	36,3	33	28	26,4	24,2	25,7	30,8	30,7	32,4	37,7	44,3	53,4	59,4	65	68,9	72,4
31	75	77,6	79,1	81	82	81,6	69,1	58,4	55,9	49,8	44,7	40,1	39,1	38	41	41,2	41,5	42,2	45,3	53	57	59,2	62,5	68

ANEXO B

B. Mediciones primer experimento: Efecto de la altura de líquido sobre la evaporación

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla B.1 Superficie libre y volumen de la bandeja de experimentación N°1 dada la altura de lixiviado.....	111
Tabla B.2 Superficie libre y volumen de la bandeja de experimentación N°2 dada la altura de lixiviado.....	112
Tabla B.3 Superficie libre y volumen de la bandeja de experimentación N°3 dada la altura de lixiviado.....	113
Tabla B.4 Superficie libre y volumen de la bandeja de experimentación N°3 dada la altura de lixiviado.....	114
Tabla B.5 Temperatura superficial de lixiviado en bandejas de experimentación.....	115
Tabla B.6 Temperatura superficial de lixiviado en bandejas de experimentación.....	116
Tabla B.7 Mediciones Bandeja de experimentación N°1 para el mes de Febrero	117
Tabla B.8 Mediciones Bandeja de experimentación N°1 para el mes de Febrero	118
Tabla B.9 Mediciones Bandeja de experimentación N°2 para el mes de Febrero	119
Tabla B.10 Mediciones Bandeja de experimentación N°2 para el mes de Febrero	120
Tabla B.11 Mediciones Bandeja de experimentación N°3 para el mes de Febrero	121
Tabla B.12 Mediciones Bandeja de experimentación N°3 para el mes de Febrero	122
Tabla B.13 Mediciones en terreno de la bandeja de experimentación N°1 para el mes de Enero	123
Tabla B.14 Mediciones en terreno de la bandeja de experimentación N°2 para el mes de Enero	124
Tabla B.15 Mediciones en terreno de la bandeja de experimentación N°3 para el mes de Enero	125

Tabla B.1**Superficie libre y volumen de la bandeja de experimentación N°1 dada la altura de lixiviado**

h [cm]	Vol [m³]	Área [m²]	h [cm]	Vol [m³]	Área [m²]	h [cm]	Vol [m³]	Área [m²]
0,110	0,4173	5,421	0,141	0,5962	6,115	0,172	0,7966	6,822
0,111	0,4228	5,444	0,142	0,6024	6,138	0,173	0,8035	6,846
0,112	0,4282	5,468	0,143	0,6085	6,159	0,174	0,8103	6,870
0,113	0,4337	5,490	0,144	0,6147	6,182	0,175	0,8172	6,893
0,114	0,4392	5,514	0,145	0,6209	6,204	0,176	0,8241	6,918
0,115	0,4447	5,536	0,146	0,6271	6,226	0,177	0,8310	6,941
0,116	0,4503	5,559	0,147	0,6333	6,248	0,178	0,8380	6,965
0,117	0,4559	5,582	0,148	0,6396	6,271	0,179	0,8450	6,989
0,118	0,4614	5,604	0,149	0,6459	6,292	0,180	0,8520	7,014
0,119	0,4671	5,627	0,150	0,6522	6,315	0,181	0,8590	7,037
0,120	0,4727	5,649	0,151	0,6585	6,338	0,182	0,8660	7,062
0,121	0,4784	5,672	0,152	0,6649	6,360	0,183	0,8731	7,087
0,122	0,4840	5,694	0,153	0,6712	6,382	0,184	0,8802	7,110
0,123	0,4897	5,717	0,154	0,6776	6,405	0,185	0,8873	7,135
0,124	0,4955	5,739	0,155	0,6840	6,427	0,186	0,8945	7,159
0,125	0,5012	5,761	0,156	0,6905	6,451	0,187	0,9017	7,184
0,126	0,5070	5,784	0,157	0,6969	6,473	0,188	0,9089	7,208
0,127	0,5128	5,806	0,158	0,7034	6,496	0,189	0,9161	7,233
0,128	0,5186	5,828	0,159	0,7099	6,519	0,190	0,9233	7,257
0,129	0,5245	5,850	0,160	0,7165	6,542	0,191	0,9306	7,282
0,130	0,5303	5,873	0,161	0,7230	6,564	0,192	0,9379	7,307
0,131	0,5362	5,894	0,162	0,7296	6,588	0,193	0,9452	7,332
0,132	0,5421	5,917	0,163	0,7362	6,611	0,194	0,9525	7,356
0,133	0,5480	5,938	0,164	0,7428	6,635	0,195	0,9599	7,381
0,134	0,5540	5,960	0,165	0,7495	6,658	0,196	0,9673	7,406
0,135	0,5600	5,982	0,166	0,7561	6,681	0,197	0,9747	7,431
0,136	0,5659	6,004	0,167	0,7628	6,704	-	-	-
0,137	0,5720	6,026	0,168	0,7695	6,728	-	-	-
0,138	0,5780	6,049	0,169	0,7763	6,751	-	-	-
0,139	0,5841	6,071	0,170	0,7830	6,775	-	-	-
0,140	0,5901	6,093	0,171	0,7898	6,798	-	-	-

Tabla B.2
Superficie libre y volumen de la bandeja de experimentación N°2 dada la altura de lixiviado

h [cm]	Vol [m³]	Área [m²]	h [cm]	Vol [m³]	Área [m²]
0,160	0,6740	5,886	0,191	0,8634	6,338
0,161	0,6799	5,900	0,192	0,8697	6,353
0,162	0,6858	5,914	0,193	0,8761	6,368
0,163	0,6917	5,929	0,194	0,8825	6,384
0,164	0,6976	5,944	0,195	0,8888	6,399
0,165	0,7036	5,958	0,196	0,8953	6,416
0,166	0,7095	5,971	0,197	0,9017	6,440
0,167	0,7155	5,986	0,198	0,9081	6,465
0,168	0,7215	6,001	0,199	0,9146	6,492
0,169	0,7275	6,015	0,200	0,9211	6,519
0,170	0,7335	6,030	0,201	0,9277	6,544
0,171	0,7396	6,044	0,202	0,9355	6,574
0,172	0,7456	6,059	0,203	0,9408	6,595
0,173	0,7517	6,072	0,204	0,9474	6,621
0,174	0,7578	6,088	0,205	0,9540	6,651
0,175	0,7639	6,101	0,206	0,9607	6,683
0,176	0,7700	6,116	0,207	0,9674	6,717
0,177	0,7761	6,131	-	-	-
0,178	0,7822	6,146	-	-	-
0,179	0,7884	6,160	-	-	-
0,180	0,7946	6,174	-	-	-
0,181	0,8007	6,189	-	-	-
0,182	0,8069	6,204	-	-	-
0,183	0,8131	6,219	-	-	-
0,184	0,8194	6,234	-	-	-
0,185	0,8256	6,248	-	-	-
0,186	0,8319	6,263	-	-	-
0,187	0,8381	6,278	-	-	-
0,188	0,8444	6,293	-	-	-
0,189	0,8507	6,308	-	-	-
0,190	0,8570	6,323	-	-	-

Tabla B.3**Superficie libre y volumen de la bandeja de experimentación N°3 dada la altura de lixiviado**

h [cm]	Vol [m³]	Área [m²]	h [cm]	Vol [m³]	Área [m²]	h [cm]	Vol [m³]	Área [m²]
0,060	0,1202	3,414	0,091	0,2384	4,123	0,122	0,3737	4,601
0,061	0,1237	3,442	0,092	0,2425	4,139	0,123	0,3783	4,615
0,062	0,1271	3,470	0,093	0,2466	4,156	0,124	0,3829	4,629
0,063	0,1306	3,499	0,094	0,2508	4,171	0,125	0,3876	4,644
0,064	0,1341	3,526	0,095	0,2550	4,186	0,126	0,3922	4,657
0,065	0,1377	3,554	0,096	0,2592	4,202	0,127	0,3969	4,671
0,066	0,1412	3,581	0,097	0,2634	4,218	0,128	0,4016	4,687
0,067	0,1448	3,609	0,098	0,2676	4,233	0,129	0,4063	4,701
0,068	0,1484	3,635	0,099	0,2718	4,250	0,130	0,4110	4,714
0,069	0,1521	3,661	0,100	0,2761	4,266	0,131	0,4157	4,729
0,070	0,1558	3,688	0,101	0,2804	4,280	0,132	0,4204	4,743
0,071	0,1595	3,715	0,102	0,2847	4,299	0,133	0,4252	4,757
0,072	0,1632	3,741	0,103	0,2890	4,315	0,134	0,4300	4,771
0,073	0,1669	3,768	0,104	0,2933	4,330	0,135	0,4347	4,785
0,074	0,1707	3,795	0,105	0,2976	4,347	0,136	0,4395	4,799
0,075	0,1745	3,822	0,106	0,3020	4,362	0,137	0,4443	4,814
0,076	0,1784	3,848	0,107	0,3064	4,377	0,138	0,4492	4,828
0,077	0,1822	3,874	0,108	0,3108	4,393	0,139	0,4540	4,843
0,078	0,1861	3,898	0,109	0,3152	4,407	0,140	0,4588	4,857
0,079	0,1900	3,922	0,110	0,3196	4,423	0,141	0,4637	4,870
0,080	0,1940	3,942	0,111	0,3240	4,438	0,142	0,4686	4,885
0,081	0,1979	3,961	0,112	0,3284	4,453	0,143	0,4735	4,898
0,082	0,2019	3,979	0,113	0,3329	4,467	0,144	0,4784	4,911
0,083	0,2059	3,996	0,114	0,3374	4,483	0,145	0,4833	4,926
0,084	0,2099	4,012	0,115	0,3419	4,497	0,146	0,4882	4,940
0,085	0,2139	4,028	0,116	0,3464	4,513	0,147	0,4932	4,954
0,086	0,2179	4,044	0,117	0,3509	4,528	0,148	0,4981	4,967
0,087	0,2220	4,060	0,118	0,3554	4,542	0,149	0,5031	4,981
0,088	0,2257	4,075	0,119	0,3600	4,556	0,15	0,5081	4,994
0,089	0,2301	4,092	0,120	0,3646	4,572	0,151	0,5131	5,008
0,090	0,2342	4,108	0,121	0,3691	4,586	0,152	0,5181	5,021

Tabla B.4**Superficie libre y volumen de la bandeja de experimentación N°3 dada la altura de lixiviado**

h [cm]	Vol [m³]	Área [m²]	h [cm]	Vol [m³]	Área [m²]	h [cm]	Vol [m³]	Área [m²]
0,153	0,5231	5,035	0,184	0,6857	5,450	0,215	0,8611	5,865
0,154	0,5282	5,049	0,185	0,6911	5,464	0,216	0,8670	5,879
0,155	0,5332	5,063	0,186	0,6966	5,476	0,217	0,8728	5,893
0,156	0,5383	5,076	0,187	0,7021	5,490	0,218	0,8787	5,906
0,157	0,5434	5,090	0,188	0,7076	5,504	0,219	0,8847	5,918
0,158	0,5485	5,103	0,189	0,7131	5,517	0,220	0,8906	5,931
0,159	0,5536	5,117	0,190	0,7186	5,530	0,221	0,8965	5,944
0,160	0,5587	5,130	0,191	0,7241	5,543	0,222	0,9025	5,957
0,161	0,5639	5,143	0,192	0,7297	5,557	0,223	0,9084	5,976
0,162	0,5690	5,156	0,193	0,7353	5,570	0,224	0,9144	5,990
0,163	0,5742	5,170	0,194	0,7408	5,568	0,225	0,9204	6,003
0,164	0,5793	5,183	0,195	0,7464	5,597	0,226	0,9264	6,016
0,165	0,5845	5,196	0,196	0,7520	5,610	0,227	0,9324	6,028
0,166	0,5897	5,210	0,197	0,7577	5,625	0,228	0,9385	6,041
0,167	0,5950	5,224	0,198	0,7633	5,639	0,229	0,9445	6,053
0,168	0,6002	5,236	0,199	0,7689	5,651	0,230	0,9506	6,066
0,169	0,6054	5,250	0,200	0,7746	5,665	0,231	0,9566	6,078
0,170	0,6107	5,264	0,201	0,7803	5,678	0,232	0,9627	6,092
0,171	0,6160	5,276	0,202	0,7860	5,692	0,233	0,9688	6,104
0,172	0,6212	5,290	0,203	0,7917	5,705	0,234	0,9749	6,118
0,173	0,6265	5,303	0,204	0,7974	5,719	0,235	0,9810	6,130
0,174	0,6319	5,316	0,205	0,8031	5,733	0,236	0,9871	6,144
0,175	0,6372	5,330	0,206	0,8088	5,746	0,237	0,9933	6,157
0,176	0,6425	5,344	0,207	0,8146	5,760	0,238	0,9995	6,170
0,177	0,6479	5,356	0,208	0,8204	5,772	0,239	1,0057	6,184
0,178	0,6532	5,370	0,209	0,8261	5,786	0,240	1,0119	6,199
0,179	0,6586	5,383	0,210	0,8319	5,799	0,241	1,0181	6,212
0,180	0,6640	5,396	0,211	0,8377	5,812	0,242	1,0243	6,228
0,181	0,6694	5,410	0,212	0,8435	5,826	0,243	1,0306	6,243
0,182	0,6748	5,423	0,213	0,8494	5,839	0,244	1,0368	6,26
0,183	0,6802	5,437	0,214	0,8552	5,852	0,245	1,0431	6,276

Tabla B.5
Temperatura superficial de lixiviado en bandejas de experimentación

Bandeja N°1			Bandeja N°2			Bandeja N°3		
Día	[hr]	T _{Lx} [°C]	Día	[hr]	T _{Lx} [°C]	Día	[hr]	T _{Lx} [°C]
1	10,43	24	1	10,25	23	1	10,53	22,5
1	11,42	25	1	11,28	25	1	11,55	24,5
1	12,57	30	1	12,45	30	1	12,53	26
1	15,57	28	1	15,60	27	1	15,57	27
1	16,60	28	1	16,67	28	1	16,83	27
3	9,50	20	3	9,60	20	3	9,75	19,5
3	11,75	26	3	11,88	25,5	3	11,00	24
3	12,70	29	3	12,80	28	3	12,10	28
3	13,63	31,4	3	13,70	27	3	12,85	27
6	9,83	23	6	9,93	21	3	13,75	21,5
6	11,58	28	6	11,57	26	6	10,05	22
6	12,50	31	6	12,60	28	6	11,45	27
6	13,50	29	6	13,60	29	6	12,70	29
6	16,00	29	6	16,12	28,5	6	13,67	28,5
7	9,98	24	7	10,12	24	6	16,20	24
7	11,07	24	7	11,15	24	7	10,18	24
7	12,18	27	7	12,25	26,5	7	11,30	23,5
7	13,42	27	7	13,50	26,5	7	12,30	25
7	16,40	27	7	16,53	27	7	13,67	27
8	10,12	23	8	10,17	23	7	16,62	23
8	12,17	29	8	12,22	26,5	8	10,22	23
8	13,27	31	8	13,33	28,5	8	12,27	28
9	10,37	24,45	9	10,45	20,05	8	13,38	20
9	11,97	29	9	11,90	28	9	10,53	24,5
9	13,15	28	9	13,20	28	9	11,83	26,5
9	16,97	29	9	17,00	27	9	13,27	29
10	12,50	27,7	10	12,42	27,1	9	17,08	26
10	16,63	28	10	16,68	26	10	12,38	26

Tabla B.6
Temperatura superficial de lixiviado en bandejas de experimentación

Bandeja N°1			Bandeja N°2			Bandeja N°3		
Día	[hr]	T _{Lx} [°C]	Día	[hr]	T _{Lx} [°C]	Día	[hr]	T _{Lx} [°C]
13	9,47	19,8	13	9,58	19,7	10	16,82	26
13	10,50	22,1	13	10,60	22,3	13	9,70	19,7
13	11,78	25	13	11,83	29	13	10,70	21,8
13	16,67	31,7	13	16,75	29	13	11,95	27,5
14	10,13	23,1	14	10,25	23,2	13	16,83	26
14	11,88	25,5	14	11,80	27,5	14	10,33	27
14	16,17	36,6	14	16,20	35,8	14	11,67	23
14	17,00	27	14	17,00	31,2	14	16,23	35,9
15	10,38	23,1	15	10,50	23	14	17,02	30,9
15	11,42	26,7	15	11,50	26,5	15	10,58	23,2
15	12,47	30	15	12,58	28,4	15	11,58	25,9
15	16,58	32,6	15	16,67	31	15	12,72	30,3
16	9,62	27,1	16	9,73	27	15	16,78	30
16	10,67	31,7	16	10,77	31,1	16	9,83	22
16	11,83	31	16	11,90	30,5	16	10,93	30,4
16	15,78	30	16	16,00	30	16	16,25	30,3
16	16,78	29	17	10,33	25	17	10,38	22,5
17	10,25	25	17	11,27	21	17	11,33	20
17	11,20	21	17	12,63	27	17	12,70	23
17	12,60	26,5	17	13,63	29,5	17	16,63	28
17	13,50	30	17	16,60	28	20	12,07	28,8
17	16,50	30	20	12,00	26,9	20	13,02	28,6
20	11,88	26,9	20	12,92	28,3	20	16,00	30,8
20	12,83	29,2	20	15,92	29,8	20	17,00	30,2
20	15,83	31,6	20	16,92	30,6	-	-	-
20	16,83	30,5	-	-	-	-	-	-

Tabla B.7
Mediciones Bandeja de experimentación N°1 para el mes de Febrero

Dia	Hora	h_x [cm]	Δh [mm]	A [m²]	E [l]
1	10:26	14,25	-	6,1485	0
1	11:25	14,25	0	6,1485	0
1	12:34	13,9	3,5	6,071	21,38
1	15:34	13,8	1	6,049	6,06
1	16:36	13,75	0,5	6,0375	3,022
3	9:30	12,8	9,5	5,828	56,36
3	9:48	15,4	-26	6,405	-
3	11:45	15,19	2,1	6,3578	13,4
3	12:42	15,1	0,9	6,338	5,713
3	13:38	14,9	2	6,292	12,63
3	16:00	14,87	0,3	6,2857	1,887
6	9:50	12,7	21,7	5,806	131,2
6	10:40	15	-23	6,315	-
6	11:35	14,8	2	6,271	12,59
6	12:30	14,6	2	6,226	12,5
6	13:30	14,4	2	6,182	12,41
6	16:00	14,3	1	6,159	6,17
7	9:59	14,1	2	6,115	12,27
7	11:04	14	1	6,093	6,104
7	12:11	13,9	1	6,071	6,082
7	13:25	13,7	2	6,026	12,1
7	16:24	13,4	3	5,96	17,98
8	10:07	13,2	2	5,917	11,88
8	10:30	15,05	-18,5	6,3265	-
8	12:10	14,9	1,5	6,292	9,464
8	13:16	14,8	1	6,271	6,281
9	10:22	14,3	5	6,159	31,08
9	11:00	14,95	-6,5	6,3035	-
9	11:58	14,89	0,6	6,2899	3,778
9	13:09	14,7	1,9	6,248	11,91
9	16:58	14,38	3,2	6,1774	19,88
10	9:31	14,3	0,8	6,159	4,935
10	12:30	13,95	3,5	6,082	21,42
10	16:38	13,6	3,5	6,004	21,15
10	16:53	15,2	-16	6,36	-

Tabla B.8
Mediciones Bandeja de experimentación N°1 para el mes de Febrero

Dia	Hora	h_x [cm]	Δh [mm]	A [m²]	E [l]
13	9:28	13,4	18	5,96	110,9
13	10:30	13,3	1	5,938	5,949
13	11:47	13,23	0,7	5,9233	4,151
13	16:40	12,5	7,3	5,761	42,65
14	10:08	12,5	0	5,75	0
14	11:18	15,15	-26,5	6,349	-
14	11:53	15	1,5	6,315	9,498
14	16:10	14,6	4	6,226	25,08
14	17:00	14,4	2	6,182	12,41
15	10:23	14,4	0	6,182	0
15	11:25	14,3	1	6,159	6,17
15	12:28	14,1	2	6,115	12,27
15	16:35	13,85	2,5	6,06	15,22
16	9:37	13,55	3	5,993	18,08
16	10:40	13,5	0,5	5,982	2,994
16	11:50	13,3	2	5,938	11,92
16	15:47	13,2	1	5,917	5,928
16	16:47	13,12	0,8	5,8986	4,726
17	10:15	12,85	2,7	5,839	15,85
17	11:12	12,8	0,5	5,828	2,917
17	12:36	12,5	3	5,761	17,38
17	13:30	12,5	0	5,761	0
17	16:30	12,3	2	5,717	11,48
17	16:40	15	-27	6,315	-
20	11:53	13,4	16	5,96	98,2
20	12:50	13,3	1	5,938	5,949
20	15:50	13	3	5,873	17,72
20	16:50	12,93	0,7	5,8569	4,105

Tabla B.9
Mediciones Bandeja de experimentación N°2 para el mes de Febrero

Día	Hora	h_{ix} [cm]	Δh [mm]	A [m²]	E [l]
1	10:15	18,3	-	6,22	-
1	11:17	18,1	2	6,19	12,41
1	12:27	17,95	1,5	6,17	9,27
1	15:36	17,9	0,5	6,16	3,08
1	16:40	17,85	0,5	6,15	3,08
3	9:36	16,95	9	6,02	54,79
3	10:00	19,29	-23,4	6,37	-
3	11:53	19,2	0,9	6,35	5,72
3	12:48	19,15	0,5	6,35	3,17
3	13:42	19	1,5	6,32	9,50
3	16:00	18,8	2	6,29	12,62
6	9:56	16,7	21	5,99	128,93
6	10:30	19,55	-28,5	6,41	-
6	11:34	19,45	1	6,39	6,40
6	12:36	19,3	1,5	6,37	9,57
6	13:36	19,23	0,7	6,36	4,45
6	16:07	19	2,3	6,32	14,58
7	10:07	18,7	3	6,28	18,90
7	11:09	18,6	1	6,26	6,27
7	12:15	18,5	1	6,25	6,26
7	13:30	18,4	1	6,23	6,24
7	16:32	18,2	2	6,20	12,44
8	10:10	17,9	3	6,16	18,55
8	10:30	19,95	-20,5	6,51	-
8	12:13	19,8	1,5	6,47	9,73
8	13:20	19,75	0,5	6,45	3,23
9	10:27	19,2	5,5	6,34	35,17
9	10:52	19,7	-5	6,44	-
9	11:54	19,66	0,4	6,43	2,57
9	13:12	19,6	0,6	6,42	3,85
9	17:00	19,25	3,5	6,36	22,36
10	9:28	19,2	0,5	6,35	3,18
10	12:25	19	2	6,32	12,68
10	16:41	18,4	6	6,23	37,67
10	16:58	19,3	-9	6,37	-

Tabla B.10
Mediciones Bandeja de experimentación N°2 para el mes de Febrero

Dia	Hora	h_x [cm]	Δh [mm]	A [m²]	E [l]
13	9:35	17,5	18	6,10	112,22
13	10:36	17,4	1	6,09	6,09
13	11:50	17,25	1,5	6,07	9,12
13	16:45	16,9	3,5	6,02	21,14
14	10:15	16,65	2,5	5,98	14,99
14	11:05	19,5	-28,5	6,39	-
14	11:48	19,45	0,5	6,39	3,20
14	16:12	19,2	2,5	6,35	15,93
14	17:00	19,05	1,5	6,33	9,51
15	10:30	18,7	3,5	6,29	22,09
15	11:30	18,62	0,8	6,27	5,02
15	12:35	18,5	1,2	6,25	7,51
15	16:40	18,4	1	6,23	6,24
16	9:44	18,1	3	6,17	18,61
16	10:46	18	1	6,17	6,17
16	11:54	17,85	1,5	6,15	9,25
16	16:00	17,7	1,5	6,13	9,21
16	17:00	17,55	1,5	6,11	9,18
17	10:20	17,45	1	6,09	6,10
17	11:16	17,23	2,2	6,06	13,37
17	12:38	17,1	1,3	6,04	7,87
17	13:38	17,09	0,1	6,04	0,60
17	16:36	16,8	2,9	6,00	17,46
17	16:51	18,85	-20,5	6,30	-
20	12:00	17,3	15,5	6,07	95,89
20	12:55	17,15	1,5	6,05	9,09
20	15:55	16,9	2,5	6,02	15,08
20	16:55	16,8	1	6,00	6,01

Tabla B.11
Mediciones Bandeja de experimentación N°3 para el mes de Febrero

Dia	Hora	h_x [cm]	Δh [mm]	A [m²]	E [l]
1	10:32	24,15	-	6,22	-
1	11:33	24,1	0,5	6,21	3,11
1	12:32	23,9	2	6,18	12,40
1	15:34	23,8	1	6,17	6,18
1	16:50	23,75	0,5	6,16	3,08
3	9:45	22,75	10	6,03	60,99
3	11	24,9	-21,5	6,34	-
3	12:06	24,88	0,2	6,34	1,27
3	12:51	24,85	0,3	6,34	1,90
3	13:45	24,7	1,5	6,31	9,48
3	16	24,5	2	6,28	12,59
6	10:03	22,35	21,5	5,98	131,78
6	10:19	24,9	-25,5	6,34	-
6	11:27	24,85	0,5	6,34	3,17
6	12:42	24,65	2	6,30	12,64
6	13:40	24,6	0,5	6,29	3,15
6	16:12	24,5	1	6,28	6,28
7	10:11	24	5	6,20	31,19
7	11:18	23,9	1	6,18	6,19
7	12:18	23,85	0,5	6,18	3,09
7	13:40	23,8	0,5	6,17	3,09
7	16:37	23,6	2	6,14	12,31
8	10:13	23,25	3,5	6,10	21,42
8	10:30	25,1	-18,5	6,38	-
8	12:16	25,05	0,5	6,37	3,19
8	13:23	25	0,5	6,36	3,18
9	10:32	24,38	6,2	6,26	39,11
9	10:48	24,92	-5,4	6,35	-34,03
9	11:50	24,89	0,3	6,34	1,90
9	13:16	24,8	0,9	6,33	5,70
9	17:05	24,56	2,4	6,29	15,14
10	9:28	24,4	1,6	6,26	10,04
10	12:23	24,2	2	6,23	12,49
10	16:49	23,6	6	6,14	37,12
10	17:04	24,9	-13	6,343	-

Tabla B.12
Mediciones Bandeja de experimentación N°3 para el mes de Febrero

Día	Hora	h_x [cm]	Δh [mm]	A [m²]	E [l]
13	9:42	23	19	6,07	117,89
13	10:42	23	0	6,07	0,00
13	11:57	22,9	1	6,05	6,06
13	16:50	22,6	3	6,02	18,10
14	10:20	22,3	3	5,98	17,99
14	10:34	24,7	-24	6,31	-
14	11:40	24,65	0,5	6,30	3,15
14	16:14	24,5	1,5	6,28	9,43
14	17:01	24,35	1,5	6,25	9,40
15	10:35	24,2	1,5	6,23	9,36
15	11:35	24,17	0,3	6,31	1,88
15	12:43	24,1	0,7	6,21	4,38
15	16:47	23,85	2,5	6,17	15,48
16	9:50	23,55	3	6,14	18,46
16	10:56	23,5	0,5	6,13	3,07
16	16:15	23,3	2	6,10	12,23
16	17:05	23,2	1	6,09	6,10
17	10:23	22,95	2,5	6,06	15,19
17	11:20	22,84	1,1	6,05	6,66
17	12:42	22,8	0,4	6,04	2,42
17	16:38	22,45	3,5	6,00	21,07
17	17:00	24,8	-23,5	6,33	-
20	12:04	23,2	16	6,09	99,35
20	13:01	23,15	0,5	6,08	3,04
20	16:00	23	1,5	6,05	9,10
20	17:00	22,9	1	6,04	6,05

Tabla B.13
Mediciones en terreno de la bandeja de experimentación N°1 para el mes de Enero

dia	hora	h_{ix} [cm]	Área [m ²]	E [l]
4	10:25	9	4,952	-
4	16:20	8,6	4,861	19,626
5	11:40	8,1	4,746	24,017
5	16:30	7,9	4,700	9,446
5	17:00	19,85	7,438	-
6	14:00	18,6	7,151	91,182
6	17:00	18,4	7,106	14,257
9	13:20	15,7	6,487	183,500
9	14:30	19,9	7,449	-
9	16:25	18,8	7,197	80,555
10	10:00	18	7,014	56,845
11	16:00	16,8	6,739	82,518
12	11:00	16,3	6,625	33,409
13	10:25	15,5	6,441	52,263
17	9:40	12,7	5,800	171,375
17	11:00	15	6,327	-
17	15:30	14,4	6,189	37,548
18	10:00	14	6,098	24,574
-	-	15	6,327	-
-	16:49	14,4	6,189	37,548
24	10:00	13,5	5,983	54,775
25	11:33	9,2	4,998	236,094
26	13:29	8,3	4,792	44,055
27	17:00	6,8	4,448	69,301
30	10:30	5,5	4,150	55,891
15	12:35	14,75	6,269	-
31	10:30	14,4	6,189	21,803

Tabla B.14
Mediciones en terreno de la bandeja de experimentación N°2 para el mes de Enero

dia	hora	h_{ix} [cm]	Área [m ²]	E [l]
4	10:30	7,5	4,461	-
4	16:30	6,9	4,363	26,175
5	11:49	6,3	4,264	25,583
5	16:35	5,8	4,182	20,909
5	-	20,05	-	0,000
6	14:06	20	6,516	3,258
6	-	19,8	6,483	66,127
6	-	20,25	-	-
9	13:25	17,3	6,072	179,126
9	14:30	20,25	6,557	-
9	16:30	19,9	6,499	22,748
10	10:05	19,2	6,384	44,691
11	16:06	19	6,368	6,37
12	-	17,6	6,121388	91,821
13	-	17,7	6,137826	-
17	-	13,4	5,430992	233,53
17	11	18,85	6,326863	-
18	-	18,6	6,285768	15,714
18	10:06	18,3	6,236454	18,709
-	-	18,75	6,310425	-
-	-	18,4	6,252892	21,885
24	10:00	17,9	6,170702	30,854
25	11:39	13,3	5,414554	249,07
26	13:35	12,5	5,28305	42,264
27	17:05	11,3	5,085794	61,03
30	10:37	9,1	4,724158	103,93
-	12:40	18,7	6,302206	-
31	10:37	18,3	6,236454	24,946
-	-	15,89464	5,787254	139,2

Tabla B.15
Mediciones en terreno de la bandeja de experimentación N°3 para el mes de Enero

dia	hora	h_{ix} [cm]	Área [m ²]	E [l]
4	11:00	11,45	4,483	-
4	16:40	10,7	4,377	47,401
5	11:58	10,3	4,315	44,764
5	16:40	9,8	4,233	41,885
5	17:00	11,2	4,453	-
6	14:15	12,6	4,657	-
6	17:00	12,6	4,657	58,678
6	-	13	4,714	-
9	13:26	18,6	5,476	-
9	14:00	18,6	5,476	101,85
9	16:35	24,95	6,343	-
10	10:10	24	6,199	150,5
11	16:15	23	6,066	141,05
12	-	22,4	5,99	135,03
13	10:26	22,4	5,99	134,18
17	9:50	18,2	5,423	103,86
18	11:00	24,85	6,327	-
18	10:15	23,6	6,144	147,16
18	-	25,05	6,361	-
18	-	24,4	6,26	153,98
24	10:00	20,7	5,76	124,41
25	11:43	19,5	5,597	110,73
26	13:37	18,5	5,464	102,31
27	17:10	17,3	5,303	93,135
30	10:43	15,2	5,021	78,462
30	13:00	25	6,361	-
31	10:43	24,5	6,276	154,8

ANEXO C

C. Mediciones segundo experimento: Efecto de un sistema de rebalse entre bandejas sobre la evaporación

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla C.1 Mediciones segundo experimento	127
Tabla C.2 Mediciones segundo experimento	128
Tabla C.3 Mediciones segundo experimento	129
Tabla C.4 Mediciones segundo experimento	130
Tabla C.5 Mediciones segundo experimento	131

Tabla C.1
Mediciones segundo experimento

Fecha	hora	Q [l/s]	h_{lix} [cm] bandeja N°3	V_{entrada} [m³]	E [l]
24-feb-12	1:35	0,0198	8,10	0,1280	-
24-feb-12	3:24	-	9,10	0,1200	71,808
24-feb-12	16:26	-	11	0,0712	-
24-feb-12	17:05	-	11,2	0,0442	77,088
27-feb-12	10:30	-	11,35	-	0,042
27-feb-12	13:26	-	14,5	0,2077	35,804
27-feb-12	15:50	-	17,2	0,2618	70,792
27-feb-12	16:47	-	19,3	0,0989	0,553
27-feb-12	17:14	-	19,3	0,0500	10,384
28-feb-12	11:10	-	19,6	-	27,684
28-feb-12	11:42	0,0375	-	-	-
28-feb-12	12:07	-	19,6	0,0560	0,597
28-feb-12	13:44	-	22	0,2115	35,193
28-feb-12	15:52	-	25	0,2649	72,889
28-feb-12	16:37	-	10,9	0,0605	4,957
28-feb-12	17:00	0,0288	-	-	-
29-feb-12	9:15	-	13,4	0,1169	3,951
29-feb-12	-	0,1310	-	-	-
29-feb-12	10:30	-	21,5	0,5216	41,829
29-feb-12	10:35	0,1045	10	-	-
29-feb-12	12:56	-	25,3	0,8387	65,912
29-feb-12	16:22	-	25,3	-	15,100
29-feb-12	16:39	0,2902	-	-	-
29-feb-12	17:00	-	14	0,3533	47,327
29-feb-12	17:06	-	-	0,0964	-

Tabla C.2
Mediciones segundo experimento

Fecha	hora	Q [l/s]	h_{lix} [cm] bandeja N°3	V_{entrada} [m³]	E [l]
01-mar-12	9:45	-	15,6	-	19,023
01-mar-12	9:49	0,4662	-	-	-
01-mar-12	10:06	-	25	0,4756	3,051
01-mar-12	10:46	0,2966	7,5	-	-
01-mar-12	11:07	-	13,4	0,2941	26,670
01-mar-12	11:53	-	25,4	0,7105	28,429
01-mar-12	12:12	0,0426	10,5	-	-
01-mar-12	13:11	-	14	0,1411	6,241
01-mar-12	13:21	0,2747	-	-	-
01-mar-12	14:48	-	28	1,2373	37,591
01-mar-12	15:01	-	7	-	-
01-mar-12	16:03	-	24,8	0,9172	1,967
01-mar-12	16:05	-	4	-	-
01-mar-12	16:50	-	18,5	0,6860	5,043
02-mar-12	9:56	-	22	0,1381	22,792
02-mar-12	10:04	0,1365	-	-	-
02-mar-12	11:01	-	26,5	0,4351	51,579
02-mar-12	11:58	0,6343	8,8	0,5674	-
02-mar-12	12:26	0,1840	23,5	0,2420	42,140
02-mar-12	12:48	-	27	0,2223	7,405
02-mar-12	14:30	-	12,6	-	-
02-mar-12	16:16	-	28,8	0,9996	49,871
02-mar-12	16:25	-	14	-	-
02-mar-12	16:50	-	14,2	-	1,342
05-mar-12	9:45	-	13,2	-	281,800
05-mar-12	11:13	-	23,7	-	50,100
05-mar-12	11:25	-	8,7	-	-
05-mar-12	11:52	-	15	-	65,257
05-mar-12	11:55	0,1826	-	-	-
05-mar-12	12:35	-	21,6	0,4071	36,241
05-mar-12	11:40	-	16	-	-
05-mar-12	14:57	-	28,3	0,8979	29,765
05-mar-12	15:11	-	13,7	-	-
06-mar-12	10:07	-	14,9	-	3,500
06-mar-12	11:14	-	27,70	-	38,384
06-mar-12	11:36	-	3	-	-
06-mar-12	16:41	-	34	2,0553	57,173

Tabla C.3
Mediciones segundo experimento

Fecha	hora	Q [l/s]	h_{lix} [cm] bandeja N°3	V_{entrada} [m³]	E [l]
07-mar-12	10:23	-	34	-	48,628
07-mar-12	10:43	0,6144	13,2	-	-
07-mar-12	11:47	-	29,8	1,1281	20,484
07-mar-12	15:50	-	30,4	-	29,073
07-mar-12	13:58	-	11,9	-	
07-mar-12	16:22	-	24,6	0,7210	25,432
07-mar-12	16:31	-	17,6	-	
07-mar-12	16:38	-	25,8	0,5269	1,405
07-mar-12	16:53	-	16,4	-	-
07-mar-12	17:13	-	10,4	-	-
07-mar-12	17:20	-	16,9	0,3150	9,465
08-mar-12	14:57	-	18,2	0,0500	54,350
08-mar-12	15:15	-	23,2	0,4400	8,209
08-mar-12	15:30	-	26,5	0,2300	9,384
08-mar-12	15:32	-	12,3	-	-
08-mar-12	15:56	-	25	0,7231	14,784
08-mar-12	16:07	-	12,2	-	-
08-mar-12	16:36	-	24	0,6510	0,884
08-mar-12	16:41	-	13,9	-	-
08-mar-12	16:55	-	21,6	0,4189	0,559
09-mar-12	10:46	-	24	0,1000	52,950
09-mar-12	11:08	0,5002	-	-	-
09-mar-12	11:17	-	30,3	0,2349	30,666
09-mar-12	11:27	-	15	-	-
09-mar-12	11:38	-	26	0,6500	9,934
09-mar-12	11:40	-	15	-	-
09-mar-12	12:03	-	28,9	1,2210	9,574
09-mar-12	12:04	0,3151	14,6	-	-
09-mar-12	12:37	-	23,6	0,5027	10,321
09-mar-12	12:45	-	9	-	-
09-mar-12	15:20	0,0333	-	-	-
09-mar-12	15:39	-	16,8	0,0371	21,826

Tabla C.4
Mediciones segundo experimento

Fecha	hora	Q [l/s]	h_{lix} [cm] bandeja N°3	V_{entrada} [m³]	E [l]
12-mar-12	10:15	-	16,6	-	337,405
12-mar-12	11:28	-	28,5	1,0000	40,464
12-mar-12	12:00	-	29,5	0,8080	28,405
12-mar-12	12:07	-	9	-	-
12-mar-12	12:10	0,4480	13,4	0,2241	23,682
12-mar-12	12:36	-	24,6	0,6070	3,385
12-mar-12	12:40	0,2146	7	-	-
12-mar-12	13:00	-	12,2	0,2505	20,724
12-mar-12	13:13	-	15	0,1554	9,049
12-mar-12	13:16	-	7	-	-
12-mar-12	15:20	-	25,5	1,0047	26,006
12-mar-12	15:25	-	10,5	-	-
12-mar-12	16:11	0,1490	15	0,2174	1,648
12-mar-12	17:00	-	21,5	0,3500	4,885
14-mar-12	10:06	-	21,3	-	175,237
14-mar-12	10:27	-	6	-	-
14-mar-12	11:02	-	32	1,6292	12,959
14-mar-12	11:31	-	13	-	-
14-mar-12	11:38	-	18,4	0,011528	0,208
14-mar-12	12:12	-	25	0,66	5,993
14-mar-12	12:17	-	0,1558	-	-
14-mar-12	12:39	-	16,8	0,4989	15,591
14-mar-12	12:50	0,2790	-	-	-
14-mar-12	12:57	-	19	0,1	9,827
14-mar-12	13:05	-	7	-	-
14-mar-12	15:30	-	25,8	1,0028	20,584
14-mar-12	15:42	-	10,6	-	-
14-mar-12	15:57	0,1400	13,3	0,1641	1,991
14-mar-12	17:19	-	23	0,54	2,684
14-mar-12	17:28	-	14,8	-	-

Tabla C.5
Mediciones segundo experimento

Fecha	hora	Q [l/s]	h_{lix} [cm] bandeja N°3	V_{entrada} [m³]	E [l]
15-mar-12	9:15	-	15,2	-	22,839
15-mar-12	9:55	-	26,6	0,71	12,913
15-mar-12	10:08	-	9,9	-	-
15-mar-12	10:19	-	17,5	0,4062	1,891
15-mar-12	10:41	-	23,8	0,39	15,784
15-mar-12	10:59	0,362	17	-	-
15-mar-12	11:19	-	24,1	0,3988	7,170
15-mar-12	11:31	-	7	-	-
15-mar-12	11:35	0,158	7,6	0,04	1,209
15-mar-12	12:29	-	16,5	0,42	1,984
15-mar-12	13:20	-	22,2	0,34	10,084
15-mar-12	13:32	-	10,4	-	-
15-mar-12	15:39	-	25	0,7992	5,884
15-mar-12	15:49	-	9	-	-
15-mar-12	16:54	-	18,4	0,4605	3,659
15-mar-12	17:05	-	8	-	-
15-mar-12	17:15	-	9,4	0,0697	0,984
16-mar-12	9:30	-	10	0	11,581

ANEXO D

D. Mediciones tercer experimento: efecto de un sistema de riego por goteo sobre la evaporación

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla D.1 Mediciones tercer escenario Bandeja de experimentación N°1 con sistema de riego por goteo 133

Tabla D.2 Mediciones tercer escenario Bandeja de experimentación N°2 134

Tabla D.1
Mediciones tercer escenario Bandeja de experimentación N°1 con sistema de riego por goteo

Dia	Hora	h_{ix} [cm]	Δh [mm]	A [m²]	E [l]
16	9:00	15,5	-	6,36	-
16	11:28	15,2	0,3	6,36	19,08
16	12:46	15,1	0,1	6,34	6,34
16	13:40	14,9	0,2	6,29	12,58
16	15:08	14,7	0,2	6,25	12,50
16	16:02	14,5	0,2	6,20	12,41
16	17:15	14,4	0,1	6,18	6,18
18	10:11	14,3	0,1	6,16	6,16
18	11:36	14,1	0,2	6,12	12,23
18	13:00	13,9	0,2	6,07	12,14
18	15:00	13,6	0,3	6,00	18,01
18	17:20	13,3	0,3	5,94	17,81
19	10:00	13,3	0	5,94	0,00
19	10:20	13,5	-0,2	5,97	-
19	11:40	13,1	0,4	5,89	23,58
19	13:20	12,8	0,3	5,83	17,48
19	15:00	12,7	0,1	5,81	5,81
19	17:00	12,5	0,2	5,76	11,52
20	10:10	12,5	0	5,76	0,00
20	10:30	12,8	-0,3	5,83	-
20	10:45	13,8	-1	5,99	-
20	12:20	13,4	0,4	5,96	23,84
20	14:20	13,1	0,3	5,89	17,68
20	16:05	12,98	0,12	5,87	7,04
20	17:05	12,85	0,13	5,84	7,59
23	16:00	12,4	0,45	5,74	25,83
23	17:30	12,2	0,2	5,69	11,39
25	11:00	11,75	0,45	5,60	25,22
25	11:15	14,6	-2,85	6,23	-
25	11:40	14,6	0	6,23	0,00
25	14:05	14,3	0,3	6,16	18,48
25	16:50	14,1	0,2	6,12	12,23
26	9:30	14,1	0	6,12	0,00
26	10:00	14,2	-0,1	6,14	-

Tabla D.2
Mediciones tercer escenario Bandeja de experimentación N°2

Dia	Hora	h_x [cm]	Δh [mm]	A [m²]	E [l]
16	9:10	15	-	5,69	-
16	12:50	14,9	0,1	5,68	5,68
16	13:40	14,8	0,1	5,66	5,66
16	15:14	14,6	0,2	5,63	11,26
16	16:06	14,5	0,1	5,61	5,61
16	17:15	14,5	0	5,61	0,00
18	10:15	14,3	0,2	5,58	11,16
18	11:40	14,1	0,2	5,55	11,09
18	13:10	14,05	0,05	5,54	2,77
18	15:10	13,9	0,15	5,51	8,27
18	17:30	13,85	0,05	5,51	2,76
19	10:00	13,9	-	5,51	0,00
19	10:25	14,05	-0,2	5,54	-
19	11:45	13,8	0,25	5,50	13,74
19	13:25	13,6	0,2	5,46	10,93
19	15:05	13,55	0,05	5,46	2,73
19	17:05	13,5	0,05	5,45	2,72
20	10:10	13,5	-	5,45	0,00
20	10:36	13,8	-0,3	5,50	-
20	12:25	13,6	0,2	5,46	10,93
20	14:25	13,45	0,15	5,44	8,16
20	16:10	13,4	0,05	5,43	2,72
20	17:10	13,4	0	5,43	0,00
23	16:05	13	0,4	5,37	21,46
25	10:00	12,6	0,4	5,28	21,13
25	11:00	13,2	-0,6	-	0,00
25	11:30	14,7	-1,5	5,64	-
25	11:45	14,7	0	5,64	0,00
25	14:10	14,47	0,23	5,61	12,90
25	16:55	14,4	0,07	5,60	3,92
26	9:40	14,4	0	5,60	0,00
26	10:05	14,7	-0,3	5,64	-
26	15:50	14,65	0,05	5,64	2,82
26	17:25	14,65	0	5,64	0,00