

ÍNDICE

1.	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN.....	2
1.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3.	SOLUCIÓN PROPUESTA	3
1.4.	OBJETIVOS	4
1.4.1.	Objetivo General.....	4
1.4.2.	Objetivos Específicos	4
1.5.	ALCANCES	5
1.6.	METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	6
1.7.	RESULTADOS ESPERADOS.....	6
1.8.	ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO.....	7
2.	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	8
2.1.	Usos y aplicaciones de la energía solar.....	9
2.1.1.	Calentadores solares de agua.....	10
2.1.2.	Hornos y/o cocinas solares	11
2.1.3.	Secadores solares.....	11
2.1.4.	Estanques solares (solar ponds).....	11
2.1.5.	Arquitectura solar	12
2.1.6.	Aire acondicionado solar	12
2.1.7.	Chimeneas solares	13
2.2.	Fundamentos de transferencia de calor.....	14
2.2.1.	Conducción.....	14
2.2.2.	Convección.....	14
2.2.3.	Radiación.....	15
2.3.	Radiación solar.....	16
2.4.	Colectores Solares Planos	18
2.5.	Pruebas de eficiencia de colectores solares	19
2.6.	Análisis de datos experimentales.....	22
2.7.	Análisis de propagación de errores.....	24

2.7.1.	Propagación de errores a partir de la suma de variables.....	24
2.7.2.	Propagación de errores a partir de la multiplicación de una variable por una constante.....	25
2.7.3.	Propagación de errores a partir de funciones de operaciones combinadas de variables.....	25
3.	CAPÍTULO III: EQUIPOS A UTILIZAR.....	26
3.1.	Placa arduino mega 2560.....	27
3.2	Sensor de temperatura y humedad relativa DHT22.....	28
3.3	Adaptador tarjeta micro sd catalex.....	29
3.4	Lcd 1602 16×2.....	29
3.5	Sensores de aire M.A.F. bosch.....	30
3.6.	Colectores solares planos para la calefacción de aire.....	31
3.7.	Seguidor solar Kipp & Zonen Solys 2.....	33
4.	CAPÍTULO IV: DATOS OBTENIDOS Y SU ANÁLISIS.....	34
4.1.	Método de obtención de datos.....	35
4.2.	Datos obtenidos desde los colectores.....	37
4.2.1.	Datos colector 1.....	38
4.3.	Análisis de los gráficos de datos obtenidos.....	42
4.3.1.	Análisis de gráficos colector 1.....	42
4.3.2.	Análisis de gráficos colector 2.....	44
4.3.3.	Análisis de gráficos colector 3.....	45
4.4.	Análisis de propagación de errores.....	46
4.5.	Análisis de las medidas de tendencia central y rangos de los datos obtenidos.....	50
4.6.	Pruebas de normalidad.....	57
4.7.	Análisis de correlación.....	60
4.8.	Análisis de factibilidad de uso de los colectores en equipos de deshidratado.....	62
4.9.	Apreciaciones finales.....	63
5.	CONCLUSIONES.....	66
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

ANEXOS 72

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1: Dimensiones exteriores de los colectores solares en mm.....	3
FIGURA 2.1: Gráfico de torta que representa el Balance Energético 2012	10
FIGURA 2.2: Esquema de una máquina enfriadora de absorción	13
FIGURA 2.3: Esquema de una máquina enfriadora de adsorción	13
FIGURA 2.4: Representación de la obtención de los ángulos de declinación.....	17
FIGURA 2.5: Gráfico de radiaciones solares durante el año en la ubicación del proyecto de memoria.....	18
FIGURA 2.6: Esquema de un colector solar plano.	19
FIGURA 3.1: Placa Arduino Mega 2560.....	27
FIGURA 3.2: Sensor de temperatura y humedad relativa DTH22.	28
FIGURA 3.3: Adaptador tarjeta micro SD Catalex.....	29
FIGURA 3.4: Pantalla Lcd 1602 16×2.....	30
FIGURA 3.5: Sensor M.A.F. Bosch 0280218220.....	31
FIGURA 3.6: Colector 1, colector de placa metálica lisa negra.	31
FIGURA 3.7: Colector 2, colector de placa metálica lisa negra con bastidor de tela negro. Fuente:(Elaboración propia).....	32
FIGURA 3.8: Colector 2, colector de placa metálica lisa negra con bastidor de tela negro. Fuente:(Elaboración propia).....	32
FIGURA 3.9: Seguidor solar Kipp & Zonen Solys 2 utilizado.....	33
FIGURA 4.1: Uso de brújulas para establecer la orientación norte de los colectores solares	35
FIGURA 4.2: Imagen satelital de referencia para la ubicación de los colectores con coordenadas latitud 35° 0'12.74"S y longitud 71°13'44.20"O.....	36
FIGURA 4.3: Colectores solares en el emplazamiento sobre uno de los techos del edificio I+D.....	36
FIGURA 4.4: Comportamiento de la temperatura del aire y de la radiación global durante el muestreo del colector 1 el día 21 de Mayo 2017 en la mañana.	38
FIGURA 4.5: Comportamiento de la humedad relativa del aire y el rendimiento durante el muestreo del colector 1 el día 21 de Mayo 2017 en la mañana.....	39
FIGURA 4.6: Relación entre el rendimiento del colector 1 y el factor de condición durante el muestreo el día 21 de Mayo 2017 en la mañana.....	40
FIGURA 4.7: Relación entre el rendimiento y la diferencia de temperatura entre la salida y la entrada de colector 1 el día 21 de Mayo 2017 en la mañana.	40
FIGURA 4.8: Relación entre el rendimiento y la velocidad del viento sobre el colector 1 durante el ensayo del día 21 de Mayo 2017 en la mañana.	41
FIGURA 4.9: Relación entre el rendimiento y la radiación global sobre el colector 1 durante el muestreo el día 21 de Mayo 2017 en la mañana.....	41

FIGURA 4.10: Relación entre el rendimiento del colector 1 y la temperatura ambiente durante el muestreo el día 21 de Mayo 2017 en la mañana.....	42
FIGURA 4.11: Gráfico de barras que muestra el comportamiento del rendimiento medio de los colectores durante los días de medición.....	63
FIGURA 4.12: Gráfico de barras que muestra el comportamiento de las temperaturas promedio de los colectores durante los días de medición.	64
FIGURA 4.13: Gráfico de barras que muestra en comportamiento del rendimiento medio de los colectores durante los días de medición.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Balance Energético 2012 del Ministerio de Energía.	9
Tabla 2.2: Ángulos de declinación medios mensuales calculados por la FAO.	17
Tabla 2.3: Propiedades de aire seco a presión atmosférica entre 0 y 90 °C.	20
Tabla 4.1: Tabla de procedimiento y obtención de datos para el cálculo del rendimiento de los colectores solares planos para la calefacción de Aire.	37
Tabla 4.2: Tabla de instrumentos de medición y su respectivo error.	46
Tabla 4.3: Tabla de resumen de errores de medición para colectores 1 y 2.	50
Tabla 4.4: Tabla Resumen de medidas de tendencia central y rango para los colectores testeados el 16 de Mayo de 2017.	51
Tabla 4.5: Tabla Resumen de medidas de tendencia central y rango para el colector testado el 16 de Mayo de 2017.	52
Tabla 4.6: Tabla Resumen de medidas de tendencia central y rango para los colectores testados el 20 de Mayo de 2017.	52
Tabla 4.7: Tabla Resumen de medidas de tendencia central y rango para los colectores testados el 21 de Mayo de 2017 en la mañana.	53
Tabla 4.8: Tabla Resumen de medidas de tendencia central y rango para los colectores testados el 21 de Mayo de 2017 en la tarde.	54
Tabla 4.9: Tabla Resumen de medidas de tendencia central y rango para los colectores testados el 10 de Junio de 2017.	55
Tabla 4.10: Tabla Resumen de medidas de tendencia central y rango para los colectores testados el 15 de Junio de 2017.	56
Tabla 4.11: Tabla de valores obtenidos tras la realización del test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov con IBM SPSS®.	58
Tabla 4.12: Tabla de valores obtenidos tras la realización del test de normalidad de Shapiro-Wilks con IBM SPSS®.	59
Tabla 4.13: Tabla resumen de valores obtenidos tras la realización del test de normalidad de Shapiro-Wilks con IBM SPSS® y el contraste con el valor del estadístico.	60
Tabla 4.14: Tabla con valores de coeficiente de correlación de Spearman calculados para verificación de correlaciones.	61
Tabla 4.15: Tabla con valores de coeficiente de correlación de Pearson calculados para verificación de correlaciones.	61
Tabla 4.16: Tabla de comparación de los valores de temperatura requeridos para la operación de equipos de deshidratado con los valores de las tres temperaturas promedio más altas alcanzadas durante las pruebas realizadas.	62