



Capítulo 3: La aplicación, uso y prestaciones

Como fue mencionado anteriormente, el Sistema Termosolar de Concentración localizado en la ESI – Sevilla dispone de un sistema de control a través del cual pueden visualizarse los valores de sus principales parámetros de operación. La información recogida es volcada en una base de datos de común acceso para los socios locales del proyecto. El trabajo con una base de datos de grandes dimensiones, como la representativa del sistema, supone altos costes de tiempo si no se disponen de herramientas que faciliten su manejo. En virtud de lo anterior se diseñó la aplicación informática objeto del presente proyecto, aplicación que no es sino una sencilla utilidad que, de ningún modo, pretende ser una exhaustiva herramienta de análisis.

En este capítulo se muestra una visión global de la aplicación orientada al usuario de la misma.

3.1. Contenido de la aplicación

La aplicación se presenta en formato de archivo de *MS – Excel* de nombre *ACDEX.xls*. Básicamente consta de dos partes: el libro de trabajo y dos modelos de informe en formato de *MS – Word*, informe diario e informe periódico, cuyos nombres respectivos son *InformeDiario.doc* e *InformePeriodico.doc*.

3.2. Instalación y puesta en marcha de la aplicación

Para instalar la aplicación se deben seguir los siguientes pasos:

1. Debe copiarse el archivo de *MS – Excel* desde el CD de origen a la ubicación que el usuario desee.



-
2. Deben copiarse los archivos de informes de *MS – Word* desde el CD de origen hasta la misma ubicación donde se haya guardado el archivo de *MS – Excel*.
 3. Ábranse los documentos de informes en *MS – Word*.
 4. Para cada documento de *MS – Word* abierto hay que dirigirse a la barra de menús → Edición → Vínculos. Modifíquense los vínculos de cada documento si fuera necesario. En caso de serlo, sólo hay que modificar el archivo origen, el elemento vinculado dentro del archivo origen permanece invariable.
 5. Debe abrirse el archivo de *MS – Excel* y accederse al editor de *Visual Basic* para *MS – Excel*. Para ello se deberá acceder al menú Herramientas de la barra de menús de Excel → Macro → Editor de Visual Basic. O bien deberá pulsarse Alt + F11. En la pantalla principal del editor, debe seleccionarse Referencias del menú Herramientas. A partir de aquí hay que comprobar que no falta ninguna referencia a las que hace el proyecto.

Importante: la aplicación informática fue desarrollada con los Sistemas Operativos Windows 2000 y Windows XP. No se garantiza su correcto funcionamiento en versiones anteriores.

Para la puesta en marcha de la aplicación sólo debe abrirse el archivo de *MS – Excel (ACDEX.xls)*. Inicialmente aparece un apantalla de bienvenida (**Figura 17**) para, a continuación, mostrar las hojas de cálculo de que consta el libro.

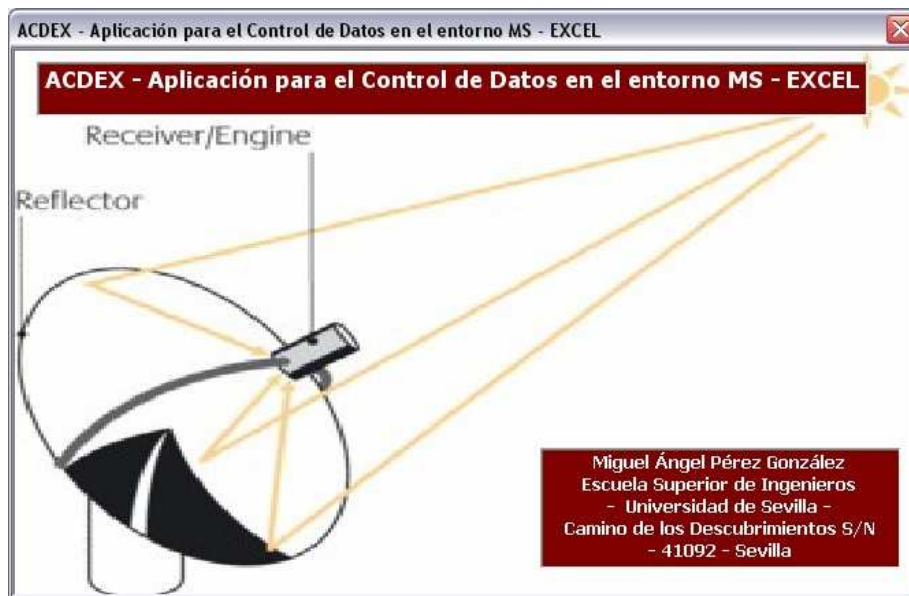


Figura 1: Pantalla de bienvenida de la aplicación

3.3. Presentación de la aplicación

El libro se compone de 4 hojas de cálculo permanentes: “General”, “Resultado de la Consulta”, “Base de Datos” y “General – BD”. Y dos hojas de cálculo *volátiles*: “Datos extraídos – Disco” y “Datos extraídos – Ubicación”.

Las hojas de cálculo permanentes no deben ser eliminadas en ningún caso. Si ello ocurriera se perdería toda funcionalidad de la aplicación. Por ello se recomienda mantener copias de seguridad actualizadas de la aplicación.

La primera hoja, “General” (**Figura 18**), contiene información gráfica vinculada a los datos extraídos y presentados en la hoja “Resultado de la Consulta”.

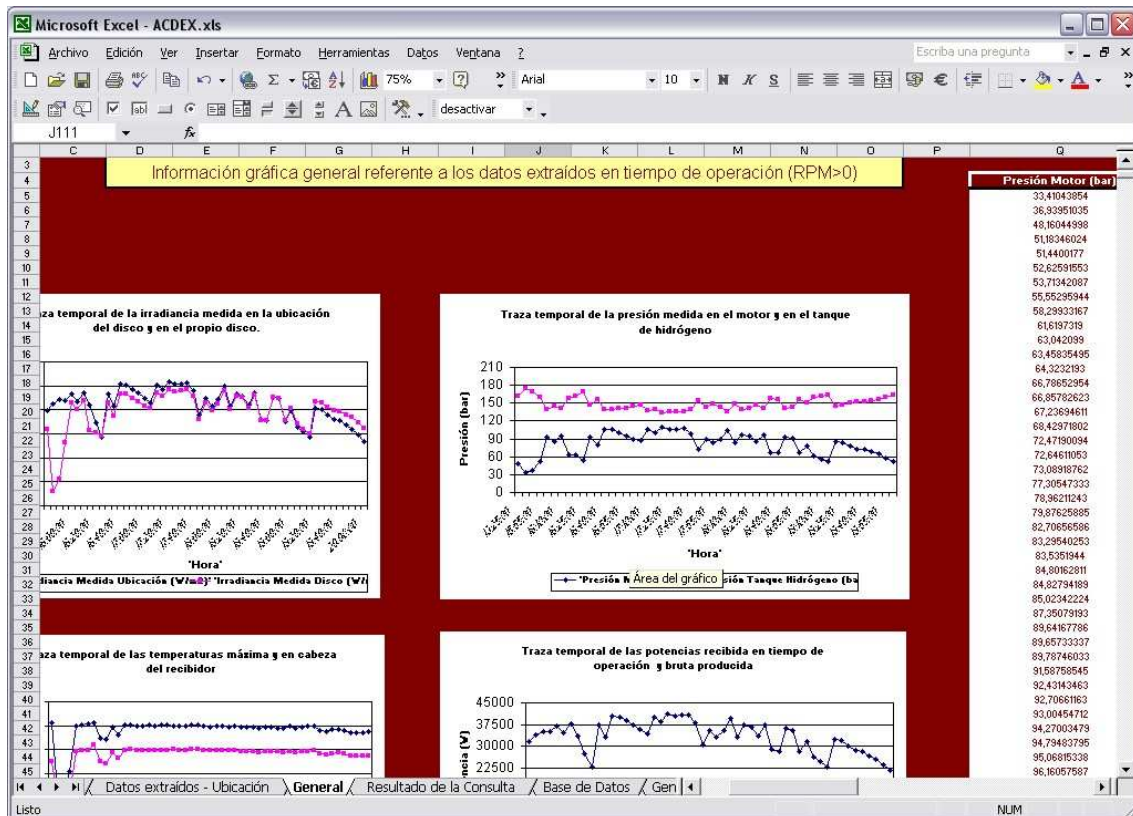


Figura 2: Imagen de la hoja “General” correspondiente al libro de trabajo de la aplicación

La segunda hoja, “Resultado de la Consulta”, es la hoja fundamental de la extracción de datos y en ella, además de los datos extraídos, aparecen las acciones que se pueden realizar sobre ellos o para efectuar una nueva extracción (Figura 19).



Microsoft Excel - ACDEX.xls

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?

Escriba una pregunta

75% Arial 10

desactivar

E7 RPM

Cuadro Resumen		Datos procedentes de la tabla		
Fecha	Tiempo con DNI > 340 W/m ² (h)	Tiempo de Operación (h)	Energía Recibida con DNI > 340 W/m ² (KWh)	Energía Recibida en Tiempo de Operación (KWh)
05/09/2005	6.92	4.50	229.40	147.22

Hora Local	RPM	Tª Máxima Recibidor (°C)	Tª Cabeza Recibidor (°C)	Potencia Eje Motor (W)
13:25:00	1434,283813	615,1552734	417,2372131	1922,067627
13:50:00	497,59729	273,4959106	240,4276428	243,7627106
15:05:00	710,0827026	243,6942444	181,7180634	380,1220398
15:55:00	592,8134766	370,7077942	249,7096334	1492,23646
16:00:00	1511,202759	557,700343	468,9748535	4166,094961
16:05:00	1510,42981	601,632019	473,5102234	3833,067871
16:10:00	1512,210815	605,9437256	476,2427979	4354,651855
16:15:00	1509,13623	616,2102051	500,9936829	2966,023682
16:20:00	1505,967529	534,0728149	418,9688416	1930,358154
16:25:00	1505,271851	530,3428101	407,6239624	1439,589844
16:30:00	1511,3573	591,9332866	465,1721497	4221,12207
16:35:00	1508,659424	550,1837158	433,6519775	2926,172363
16:40:00	1513,871216	601,5074829	475,4634399	4889,745605
16:45:00	1513,993286	603,3322144	479,2578599	4935,125489
16:50:00	1513,688523	598,165311	473,9632874	4597,438035
16:55:00	1513,342407	599,0709008	475,1831055	4405,986328
17:00:00	1511,934937	600,3751221	475,4752808	4149,043945
17:05:00	1512,243286	596,7503052	473,545105	3968,060791
17:10:00	1515,091553	600,7856635	476,4882813	4912,301758
17:15:00	1513,830566	600,9293823	477,0853381	4614,208543
17:20:00	1515,38916	599,8353271	477,5145569	5066,824219
17:25:00	1515,286885	598,703125	476,8605652	4928,657715
17:30:00	1515,376343	596,9409424	474,6506653	4919,081543
17:35:00	1515,243286	601,402832	479,7851469	5023,723145
17:40:00	1513,806152	601,723999	480,5003052	4576,664551
17:45:00	1510,071899	597,4989624	474,5441589	3222,061035
17:50:00	1512,802734	593,1917725	472,817627	4170,26709
17:55:00	1511,942993	597,7237549	475,409729	3764,410156
18:00:00	1513,394653	597,6801147	475,6368713	4167,831055
18:05:00	1515,262451	594,0003052	473,1616211	4808,333066
18:10:00	1511,764038	599,2601318	476,0960093	3730,613525
18:15:00	1513,163838	588,9891968	468,5715027	4440,554199
18:20:00	1512,784771	589,5095215	468,7391052	4284,799805
18:25:00	1511,682739	589,7860347	469,4153748	3774,613525
18:30:00	1513,2854	586,8171997	465,2932129	4334,237305
18:35:00	1508,651367	592,3482056	469,2209778	2833,889428

Datos extraídos - Ubicación: General Resultado de la Consulta Base de Datos Gen

Listo NUM

Figura 3: Imagen de la hoja “Resultado de la Consulta” correspondiente a 1 libro de trabajo de la aplicación

La hoja “Base de Datos” contiene fundamentalmente una lista de los parámetros operacionales más importantes del sistema de disco parabólico correspondientes a todos aquellos días de operación cuyos datos han sido extraídos (**Figura 20**). Desde esta hoja se puede proceder a la evaluación de los parámetros de operación del disco en un periodo concreto de tiempo.



Base de datos				Fecha de Toma de Datos	Fecha de Inserción	Tiempo con DNI > 340 W/m ² (h)	Tiempo de Operación (h)	Energía Recibida con DNI > 340 W/m ² (KWh)	Energía Recibida en Tiempo de Operación (KWh)	Energía Producida (KWh)
47	Energía recibida máxima:	472,71	KWh	Fecha:	19/03/2005	24/10/2005	20/06/2006	1,36	41,78	6,18
48	Energía total recibida en tiempo de operación:	8136,43	KWh			25/10/2005	20/06/2006	6,31	230,75	39,07
49	Energía media recibida en tiempo de operación:	113,01	KWh/día			26/10/2005	20/06/2006	9,01	382,16	64,13
50						27/10/2005	20/06/2006	0,16	4,56	0,44
51						03/11/2005	20/06/2006	1,41	44,85	8,95
52						04/11/2005	20/06/2006	0,04	1,39	0,04
53	Energía recibida máxima:	431,85	KWh	Fecha:	13/03/2005	10/11/2005	20/06/2006	0,04	1,78	0,00
54	Energía total producida:	381,63	KWh			11/11/2005	20/06/2006	1,16	55,18	0,00
55	Energía media producida:	13,63	KWh/día			15/11/2005	20/06/2006	0,55	16,66	0,00
56						16/11/2005	20/06/2006	7,14	244,35	39,75
57						17/11/2005	20/06/2006	2,08	54,30	2,03
58						18/11/2005	20/06/2006	2,83	75,65	3,05
59	Energía producida máxima:	65,93	KWh	Fecha:	13/03/2005	21/11/2005	20/06/2006	2,04	53,92	3,25
60	Energía total consumida:	35,77	KWh			22/11/2005	20/06/2006	0,02	0,30	0,00
61	Energía media consumida:	0,50	KWh/día			24/11/2005	20/06/2006	6,00	254,02	32,48
62						25/11/2005	20/06/2006	8,00	351,59	0,00
63						27/11/2005	20/06/2006	7,88	323,23	0,00
64						28/11/2005	20/06/2006	5,89	185,87	0,03
65	Energía máxima consumida:	1,71	KWh	Fecha:	13/03/2005	29/11/2005	20/06/2006	7,46	312,53	15,57
66	Potencia (KW):					07/12/2005	20/06/2006	1,43	43,74	0,00
67	Potencia bruta media:	4,72	KW			12/12/2005	20/06/2006	5,94	215,65	0,00
68						13/12/2005	20/06/2006	5,91	222,81	0,00
69						14/12/2005	20/06/2006	4,39	150,58	0,00
70	Potencia bruta media - máxima:	7,61	KW	Fecha:	24/11/2005	15/12/2005	20/06/2006	7,87	285,31	0,02
71						16/12/2005	20/06/2006	7,67	280,08	0,03
72	Potencia bruta máxima - media:	4,32	KW			19/12/2005	20/06/2006	0,01	0,22	0,00
73						20/12/2005	20/06/2006	6,37	233,02	0,03
74	Potencia bruta máxima - mínima:	10,63	KW	Fecha:	13/03/2005	21/12/2005	20/06/2006	7,77	302,76	0,04
75						22/12/2005	20/06/2006	6,94	253,65	0,03
76	Rendimientos (%):									
77	Bruto medio con DNI > 340 W/m ² :	6,22	%							
78	Bruto máximo con DNI > 340 W/m ² :	16,33	%	Fecha:	25/10/2005					
79	Neto medio con DNI > 340 W/m ² :	6,00	%							

Figura 4: Imagen de la hoja “Base de Datos” correspondiente al libro de trabajo de la aplicación

La hoja “General – BD” (Figura 21) contiene información gráfica vinculada a los datos de la hoja “Base de Datos”.

Las hojas “Datos extraídos – Disco” y “Datos extraídos – Ubicación” contienen un volumen de datos extraídos de las distintas tablas de la base de datos generada por el sistema de control del disco. La importancia de la información en ellas contenida es menor ya que se trata de datos no depurados. Su existencia está justificada por cuanto permite comprobar si una determinada extracción de datos se ha efectuado correcta o incorrectamente pudiéndose llegar a través de ellas incluso a determinar las causas que produjeron fallo. Estas hojas pueden ser eliminadas una vez se haya realizado la consulta, de esta forma la aplicación ocupará menos espacio en disco.

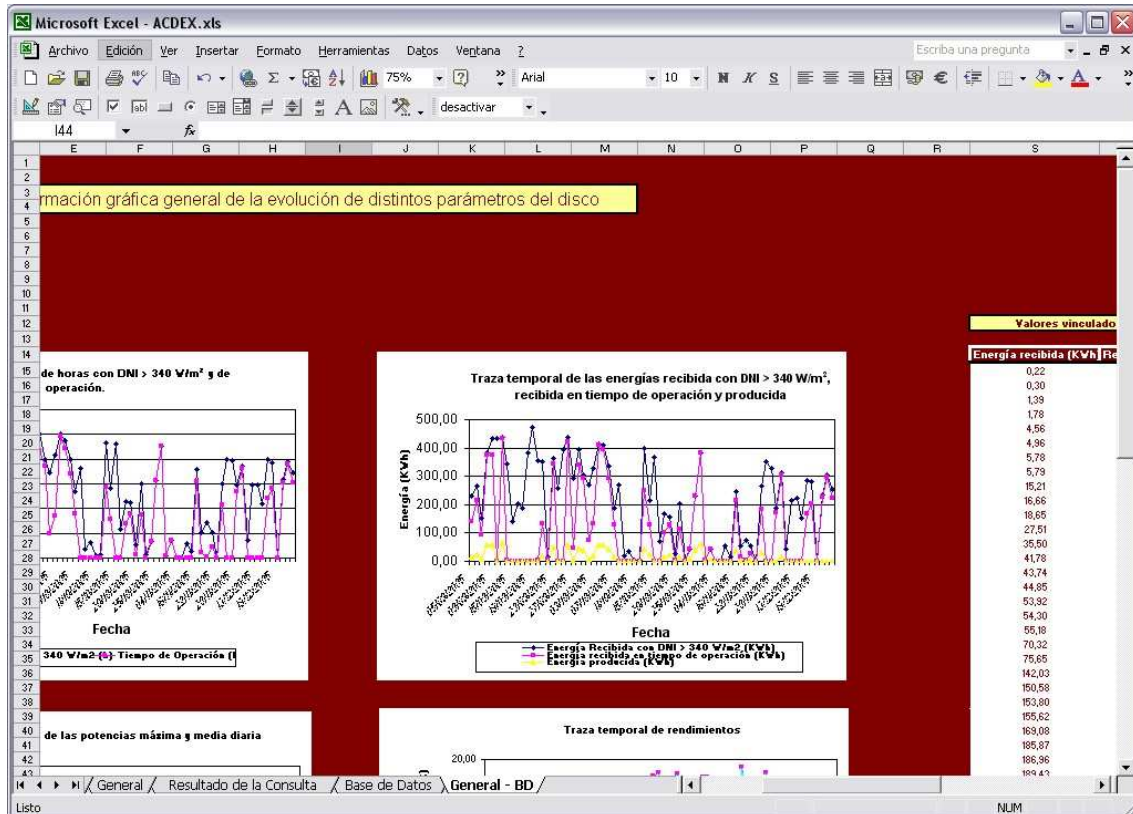


Figura 5: Imagen de la hoja “General – BD” correspondiente al libro de trabajo de la aplicación

Finalmente, los dos documentos de informe están constituidos por texto y una serie de gráficas. Tanto las gráficas como una gran parte del texto se hayan vinculados al archivo de origen, en este caso el libro de trabajo por lo que entre las dos partes conforman un bloque, a priori indivisible, para lograr un buen funcionamiento de la aplicación.

3.4. Acceso a datos desde la aplicación

3.4.1. Origen de los datos

Como ya se ha comentado en varias ocasiones, el origen de los datos es una base de datos proporcionada por el sistema de control del disco. Los archivos que componen



la base de datos, en formato de *MS – Access*, se identifican por las letras “ED” (*EnviroDish*), seguido de un guión bajo (“_”) y de la fecha del día de operación en versión europea y en formato corto. Por ejemplo, para extraer los datos de operación del sistema el día 5 de septiembre de 2005 habrá que buscar el archivo *ED_05/09/05 . mdb*

Cada registro de la base de datos está compuesto por un conjunto de tablas que recogen, para cada día, la información operacional del sistema. De este conjunto de tablas sólo cuatro son de utilidad para la aplicación:

- Tabla *Dishes* que recoge los valores de los parámetros de operación del sistema de disco parabólico en medidas realizadas por segundo.
- Tabla *Dishes5min* que recoge los valores de los principales parámetros de operación del sistema de disco parabólico promediados cada cinco minutos.
- Tabla *Site* que recoge los valores de los parámetros ambientales de la ubicación del sistema de disco parabólico en medidas realizadas por segundo.
- Tabla *Site5min* que recoge los valores de los principales parámetros ambientales de la ubicación del sistema de disco parabólico promediados cada cinco minutos.

La información contenida en cada tabla está organizada en campos. En las tablas *Dishes* y *Dishes5min* casi todos sus campos son comunes. Lo mismo ocurre con las tablas *Site* y *Site5min*.

Es importante mencionar aquí que la estructura de la base de datos (número de tablas, número de campos por tabla,...) puede cambiar a lo largo de la vida útil del sistema. Es por ello que para el correcto funcionamiento de la aplicación es indispensable, no sólo que aparezcan las tablas mencionadas más arriba, sino también



una serie de campos mínimos para cada tabla. A continuación se resume qué tablas y qué campos para cada tabla deben aparecer mínima e indispensablemente en la base de datos para el correcto funcionamiento de la aplicación.

Tabla	Campos	Descripción
Dishes / Dishes5min	Date	Fecha y hora
	RPM	Revoluciones por minuto del motor
	PEng	Presión del gas de trabajo en el motor (bar)
	PBot	Presión en el tanque contenedor de hidrógeno (bar)
	TRecMax	Temperatura máxima del recibidor (°C)
	TRecHead	Temperatura en la cabeza del recibidor (°C)
	TOil	Temperatura del aceite refrigerante del motor (°C)
	TWaterIn	Temperatura de entrada del agua de refrigeración (°C)
	TWaterOut	Temperatura de salida del agua de refrigeración (°C)
	PGross	Potencia bruta o en el eje del motor (W)
	PParasitics	Autoconsumos del sistema (pérdidas en el motor)(W)
	Insolation	Irradiancia directa normal medida en el disco (W/m ²)
	Blower	Tensión del ventilador de refrigeración (V)
	ErrorCode	Código de error
	DishParasitics	Perdidas en el concentrador (W)
	DishElev	Elevación del disco (°)
	DishAzim	Acimut del disco (°)
	Power (sólo en Dish5min)	Potencia neta medida (no calculada) (W)
	Efficiency (sólo en Dish5min)	Rendimiento bruto medido (no calculado)

Tabla 1: Campos mínimos que deben aparecer en la tablas Dishes y Dishes5min de la base de datos

Tabla	Campos	Descripción
Site / Site5min	Date	Fecha y hora
	Wind	Velocidad del viento (m/s)
	Insol	Irradiancia directa normal medida en la ubicación (W/m ²)
	Elev	Elevación del disco medida en la ubicación (°)
	Azim	Acimut del disco medido en la ubicación (°)

Tabla 2: Campos mínimos que deben aparecer en las tablas Site y Site5min de la base de datos



3.4.2. Extracción (lectura) de datos

Para recuperar un conjunto de datos desde la base de datos debe pulsarse el botón “Nueva Extracción” en la hoja “Resultado de la consulta”. A continuación debe aparecer una pantalla como la presentada en la **Figura 22**.

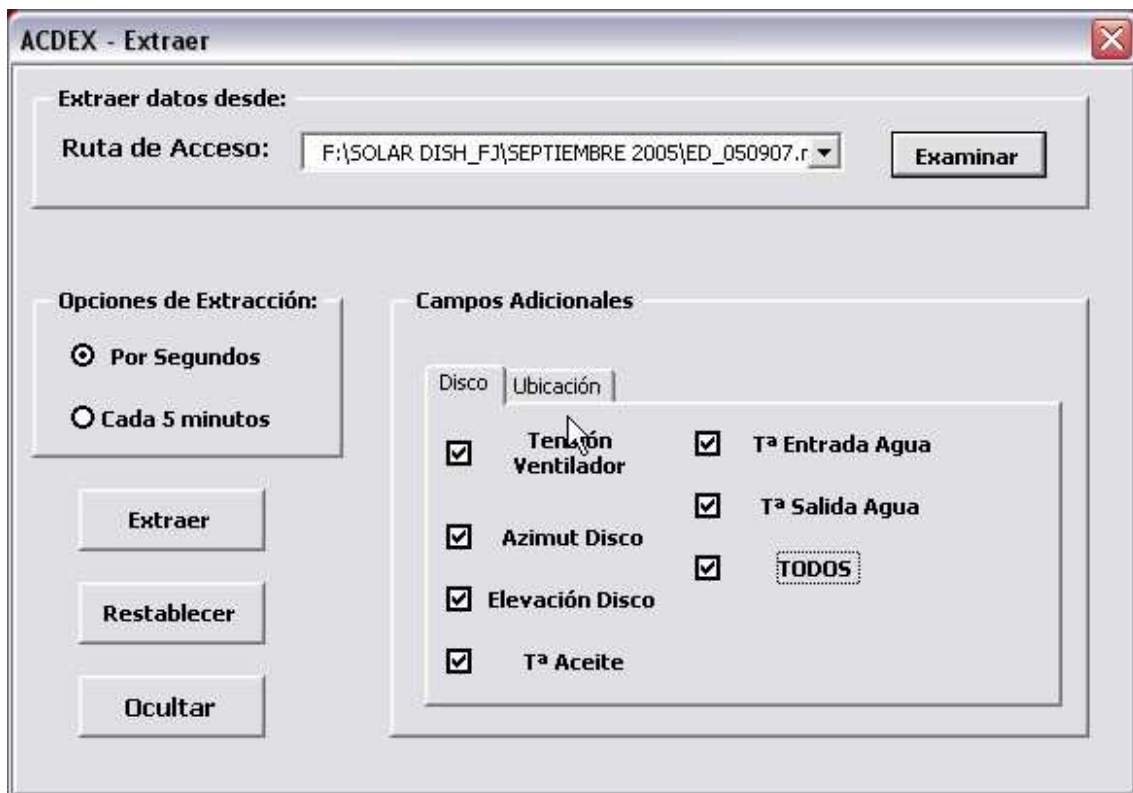


Figura 6: Imagen de la pantalla de extracción de datos

Pulsando el botón “Examinar” puede seleccionarse el archivo de la base de datos del que se pretende extraer la información. Mediante este botón sólo se podrá tener acceso a archivos de *MS – Access*, característicos de la base de datos.

A continuación debe elegirse la opción de extracción que se desee. Es necesario recordar en este punto que existen valores medidos por segundo (tablas *Dishes* y *Site*) y valores promediados cada cinco minutos (tablas *Dishes5min* y *Site5min*).



En el marco “Campos Adicionales” el usuario puede elegir una serie de campos para el disco y para la ubicación al margen de los que la aplicación extrae por defecto, que son los fundamentales para los cálculos posteriores.

Finalmente, para iniciar la extracción basta pulsar “Extraer”. El botón “Restablecer” no tiene utilidad aparente para el usuario y el botón “Ocultar” hace desaparecer la pantalla de extracción.

3.4.3. Presentación de los datos extraídos

Los datos extraídos se “vuelcan” en la hoja “Resultado de la Consulta” (ver **Figura 19**) ordenados por campos con una denominación más descriptiva que en la propia base de datos. La información aquí contenida sufre un proceso de depuración. Efectivamente sólo se extraen valores para aquellos instantes en los que la irradiancia directa normal medida en la ubicación del sistema de disco parabólico sea mayor de 340 W/m^2 , valor por debajo del cual el sistema es incapaz de operar. A su vez, de entre el conjunto de valores anterior, sólo se muestran aquellos que corresponden al tiempo en el que el sistema de disco parabólico ha estado en funcionamiento ($\text{RPM} > 0$).

Se desprende entonces que existen dos campos clave para la extracción de datos: *Insol* perteneciente a la tabla *Site* o *Site5min* y *RPM* perteneciente a la tabla *Dishes* o *Dishes5min*.

3.4.4. Procesos desencadenados por la extracción de datos

Una vez que se ha efectuado la lectura (o extracción) de datos y si no han aparecido problemas durante la misma, la aplicación procederá a la determinación de



los valores diarios característicos de ciertos parámetros de funcionamiento del sistema. Estos parámetros se muestran en el denominado “Cuadro Resumen”, en la parte superior de la hoja “Resultado de la Consulta”, y sirven para evaluar el comportamiento en operación del sistema el día considerado. La información contenida en el “Cuadro Resumen” es la siguiente:

- Fecha
- Tiempo con $\text{DNI} > 340 \text{ W/m}^2$ (DNI, del inglés *Direct Normal Irradiation*, es la radiación directa normal) calculado en horas.
- Tiempo de operación del sistema, calculado en horas.
- Energía recibida con $\text{DNI} > 340 \text{ W/m}^2$, calculada en kWh.
- Energía recibida en tiempo de operación, calculada en kWh.
- Energía producida por el sistema, calculada en kWh.
- Energía consumida por el sistema, calculada en kWh.
- Potencia máxima producida por el sistema, calculada en kW.
- Potencia media producida por el sistema, calculada en kW.
- Rendimiento bruto con $\text{DNI} > 340 \text{ W/m}^2$, calculado en %.
- Rendimiento bruto en tiempo de operación, calculado en %.
- Rendimiento neto con $\text{DNI} > 340 \text{ W/m}^2$, calculado en %.
- Rendimiento neto en tiempo de operación, calculado en %.
- Tiempo de bloqueo del interbus, medido en horas. Este parámetro no se registra pues tras modificaciones realizadas en el sistema de adquisición de datos del disco, esta problemática desapareció.



Tras resolver los cálculos correspondientes al “Cuadro Resumen” y plasmar los resultados, la aplicación actualizará de forma automática la información gráfica contenida en la hoja “General” (véase **Figura 18**).

Puede ocurrir que antes de actualizar la información gráfica la aplicación advierta de que el número de puntos gráficos a representar excede el límite que *MS – Excel* establece para una serie de datos (véase **Figura 23**).

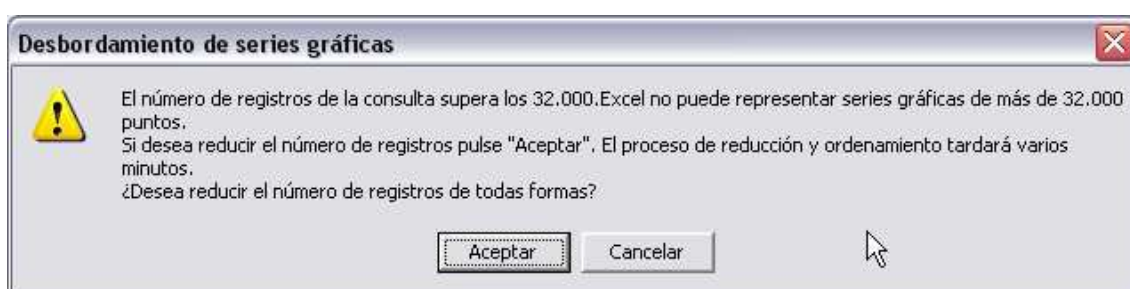


Figura 7: Imagen del mensaje de solicitud de reducción de series gráficas

Cuando se acepta reducir el número de registros (filas) de la consulta, se inicia automáticamente un proceso de eliminación y reordenamiento de los registros resultando una consulta de un tamaño aproximadamente un 50 % menor que la consulta original. El proceso es complejo, laborioso y consume gran cantidad de recursos del PC por lo que suele tardar bastante tiempo. La reducción del tamaño de la consulta no afecta al valor de los parámetros de funcionamiento diario mostrados en el “Cuadro Resumen” .

Tras los procesos anteriores, la propia aplicación interrogará al usuario acerca la inserción de los datos correspondientes al “Cuadro resumen” como un nuevo registro de la base de datos que se muestra en la hoja “Base de Datos” (véase **Figura 24**).

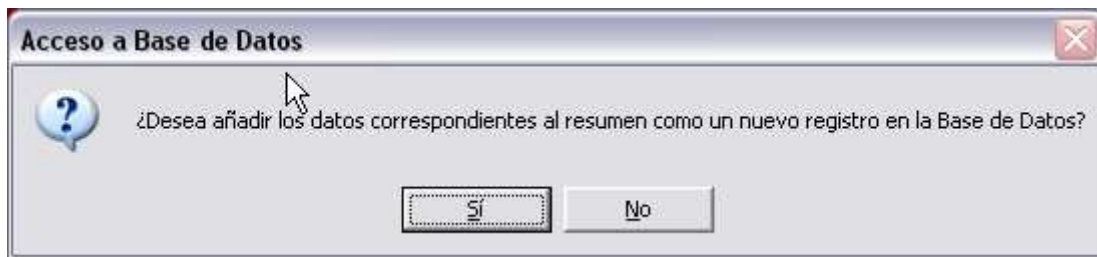


Figura 8: Imagen del mensaje lanzado por la aplicación solicitando la inserción de un registro en su base de datos propia

Llegado a este punto, cabe mencionar que sólo pueden insertarse registros cuando sus datos de origen han sido extraídos en intervalos de un segundo. Es decir, si se extraen datos promediados cada cinco minutos, al pulsar “Sí” en el mensaje de la **Figura 24** aparecerá un mensaje como el siguiente (**Figura 25**) impidiendo la inserción del registro.

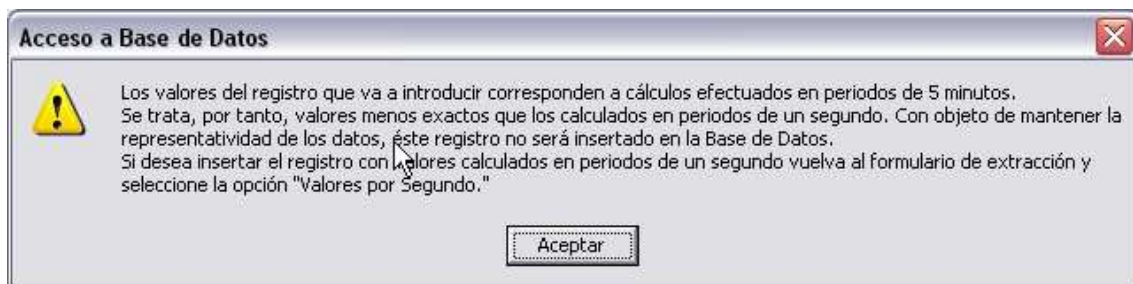


Figura 9: Imagen del mensaje lanzado por la aplicación por la imposibilidad de insertar un nuevo registro en su base de datos propia

Cuando concluye la extracción de datos y los procesos que se desencadenan posteriormente, el resultado es:

- Un volumen de datos que conforman una consulta en la hoja “Resultado de la Consulta”.
- Un conjunto de representaciones gráficas de los datos de operación fundamentales del disco en la hoja “General”.



- Opcionalmente, un registro insertado en la base de datos de la hoja “Base de Datos”.

3.4.5. Eliminación de los datos extraídos

Con el fin de limitar el espacio en disco ocupado por la aplicación, se dispone de una opción para eliminar la consulta realizada. Para proceder con ello debe pulsarse el botón “Eliminar” de la hoja “Resultado de la Consulta”, cuando esto ocurre los datos extraídos desaparecen así como la información gráfica de la hoja “General”. Sí permanecen, en cambio, los valores operacionales diarios calculados en el “Cuadro resumen” de la hoja “Resultado de la Consulta”.

3.5. Representación gráfica

3.5.1. Representación gráfica de los datos extraídos

Cuando se manejan grandes volúmenes de datos, es fundamental un sencillo tratamiento gráfico que permita la inspección rápida de la información. Con este objeto, se desarrolló en el entorno de la aplicación una funcionalidad que dotara al usuario de la capacidad de visualizar la evolución de buen número de parámetros operacionales de la consulta realizada, así como la información contenida en la propia base de datos de la aplicación. Esta funcionalidad permitiría obtener información gráfica independiente de la que ya se muestra en las hojas “General” y “General – BD” cuyo contenido está fuertemente vinculado a la generación de informes.



Para poder representar gráficamente los parámetros operacionales del sistema disco parabólico es necesario pulsar el botón “Ver Gráficas” de la hoja “Resultado de la Consulta”. Enseguida debe aparecer un pantalla como la mostrada en la **Figura 26**.



Figura 10: Imagen de la pantalla de creación de gráficos

El usuario deberá entonces seleccionar qué campos quiere representar y si desea hacerlo en una sola hoja gráfica o en hojas gráficas independientes. Además tiene la opción de agregarle un título al gráfico o gráficos.

Cuando se pulsa “Ver Gráfico”, el resultado es una/s nueva/s hoja/s donde aparece la información gráfica requerida. Un ejemplo de gráfico generado haciendo uso de la pantalla de creación de gráficos se muestra en la **Figura 27**.



Debe destacarse que la información representada está vinculada a los datos de la consulta por lo que cualquier modificación que sobre ellos se haga se verá reflejado en el correspondiente gráfico. Esta consideración adquiere especial relevancia si se tiene en cuenta que la información contenida en la hoja “General” también está vinculada al mismo origen de datos.

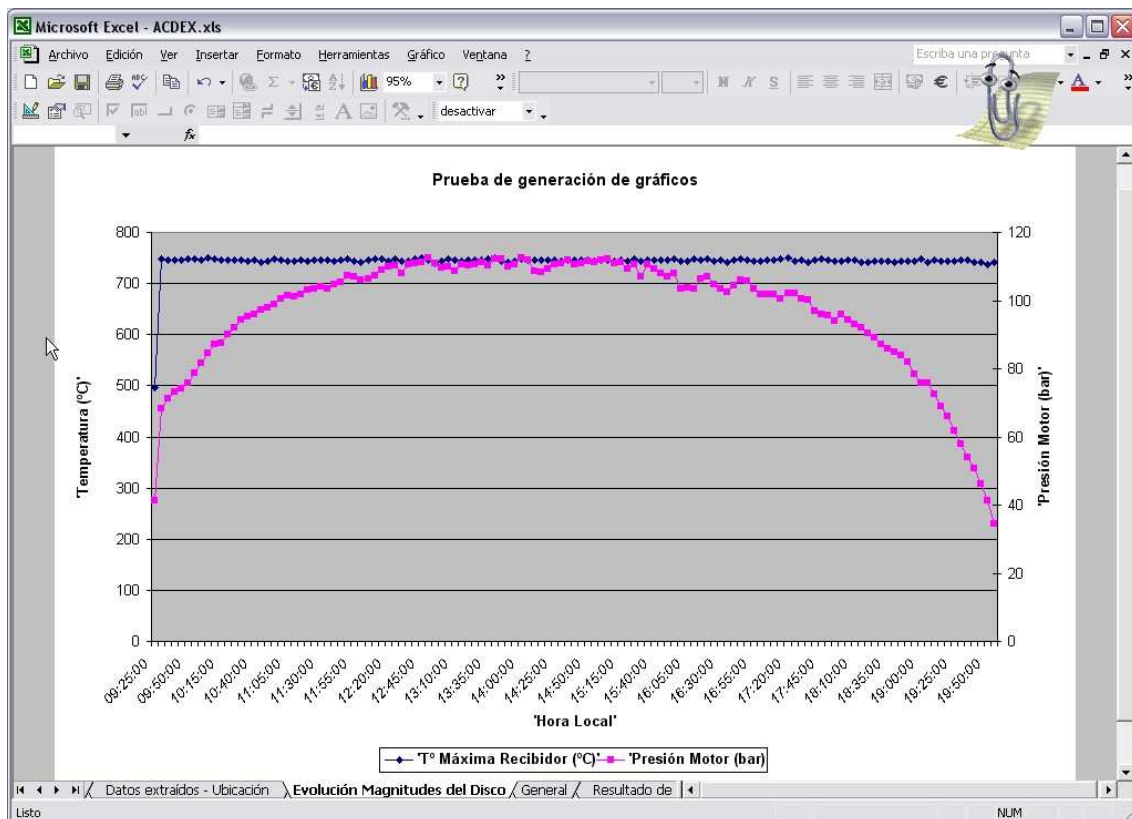


Figura 11: Ejemplo de hoja de gráficos creada desde la pantalla de creación de gráficos

Obsérvese que, cuando se representa gráficamente en una sola hoja, ésta adquiere el nombre “Evolución Magnitudes Disco”. Esta hoja es *volátil*, es decir desaparecerá cuando el usuario decida realizar otra representación gráfica en una única hoja, volviendo a ser visible posteriormente con su información actualizada.

Los gráficos así creados son perfectamente modificables haciendo uso de las herramientas de que dispone *MS – Excel*.



3.5.2. Representación gráfica de los datos de la base de datos

Para representar gráficamente la evolución de las magnitudes que se muestran en los registros de la base de datos, el usuario debe pulsar el botón “Ver Gráficas” de la hoja “Base de Datos”. Seguidamente aparecerá un pantalla muy similar a la mostrada en la **Figura 26**. A partir de entonces basta seguir la misma operativa mostrada en **3.5.1**.

Un ejemplo del resultado de la representación gráfica de los datos contenidos en la base de datos de la aplicación se muestra en la **Figura 28**.

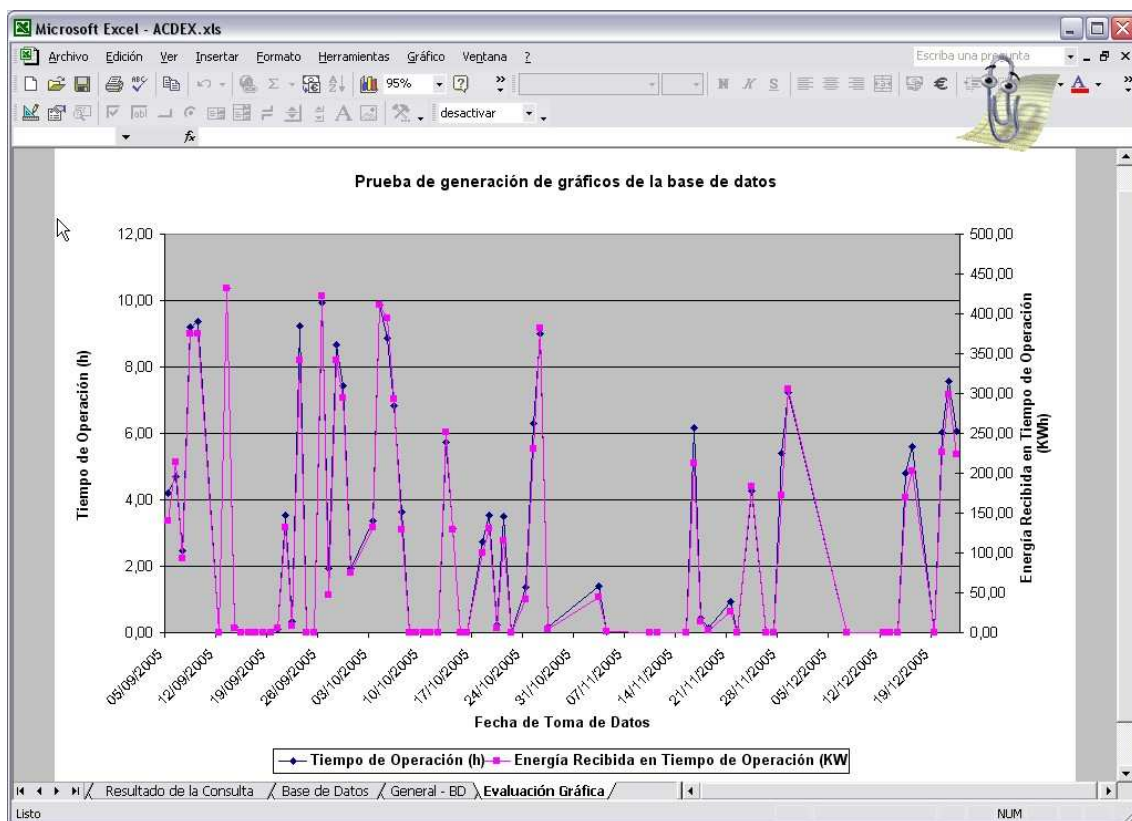


Figura 12: Ejemplo de hoja de gráfica creada desde la pantalla de creación de gráficos para representar datos contenidos en la base de datos de la aplicación

Debe observarse que, en este caso, cuando la representación se realiza en una sola hoja, ésta aparece con el nombre “Evolución Gráfica”. De nuevo hay que tener en cuenta que se trata de una hoja *volátil* apareciendo nuevamente cada vez que se cree una



consulta gráfica a partir de la pantalla de creación de gráficos. Los gráficos creados de esta forma son perfectamente modificables haciendo uso de las herramientas de que dispone *MS – Excel*.

3.6. La base de datos de la aplicación

Aunque hasta ahora se ha venido llamando “base de datos”, de manera exhaustiva no lo es. Más correctamente, la base de datos de la aplicación debería denominarse “tabla de datos” puesto que, aunque cumple el criterio fundamental para considerarse como base de datos (conjunto de información ordenada y no redundante, o con redundancia controlada) sus registros se presentan ordenados en una tabla y visibles sin necesidad de consulta programada.

3.6.1. Presentación de la base de datos de la aplicación

La base de datos se encuentra en la hoja de igual nombre (véase **Figura 20**). En ella existen varias partes diferenciadas:

- En la parte derecha de la hoja se encuentra el volumen de registros ordenados por fecha. Cada registro posee los mismos campos que se muestran en el “Cuadro Resumen” de la hoja “Resultado de la Consulta” (véase apartado **3.4.4.**)
- En la parte izquierda se muestran una serie de parámetros que caracterizan el funcionamiento del sistema disco parabólico en un periodo de tiempo determinado, seleccionado por el usuario.
- Finalmente, en la esquina superior izquierda aparecen los botones de operación de la base de datos.



3.6.2. Inserción de un registro en la base de datos

Existen cuatro formas de insertar un registro en la base de datos de la aplicación:

- a) Realizando una consulta desde la hoja “Resultado de la Consulta”. En este caso se desarrolla toda la operativa descrita en el apartado **3.4.** hasta la inserción del registro.
- b) Pulsando el botón “Insertar Registro” de la hoja “Resultado de la Consulta”. Este método, derivado del anterior, insertará el registro cuyos datos están actualmente visibles en el “Cuadro Resumen” de la hoja “Resultado de la Consulta”.
- c) Pulsando el botón “Insertar” de la propia hoja “Base de Datos”. En este caso de nuevo se desarrolla íntegramente la operativa descrita en el apartado **3.4.** hasta la inserción del nuevo registro.
- d) Manualmente.

Cuando el usuario decide insertar un registro, al margen de estar imposibilitado para hacerlo automáticamente cuando los datos extraídos están promediados cada cinco minutos, puede ocurrir que el registro ya exista en la base de datos. En este caso, la aplicación lo interrogará acerca de la sobrescritura del registro por medio de un mensaje como el de la **Figura 29.**



Figura 13: Mensaje de aviso de duplicidad de registro



Si se pulsa el botón “No” existirán dos registros con la misma *Fecha de Toma de Datos* pues es éste el campo clave de la base de datos.

Debe tenerse en cuenta que insertar un registro de la forma b) cuando la consulta está vacía (se han eliminado los datos extraídos) no afecta en nada a lo dicho anteriormente. Esto se debe a que los valores de los campos de los registros de la base de datos de la aplicación se han independizado de los datos extraídos.

3.6.3. Eliminación de registros

Para eliminar un registro debe seleccionarse completamente y eliminar su contenido. **No deben incluirse registros sin valor (o con valor nulo) en el campo *Fecha de Toma de Datos*, debe recordarse que este campo, campo clave de la base de datos, es de vital importancia para su funcionamiento.**

Adicionalmente, el usuario debe tener precaución en no dejar filas en blanco entre registros pues *MS – Excel* lo interpretará como un registro más, falseando la información que pueda resultar del cálculo de los parámetros de funcionamiento representativos de un determinado periodo.

3.6.4. Cálculo de los parámetros de operación por periodos

Para calcular los parámetros de operación del sistema disco parabólico basta con seleccionar un periodo adecuado y pulsar el botón “Recalcular Selección” de la hoja “Base de Datos”.

Una selección adecuada del periodo es aquella que cumple dos criterios:

- Incluye, al menos, un registro de la base de datos.



- Comprende todos los campos en los que se almacena la información de cada registro (incluido el campo *Tiempo de Bloqueo del Interbus (h)*).

Cualquier otra selección realizada que no cumpla estos criterios conducirá al cálculo de los parámetros de funcionamiento del periodo comprendido entre la fecha del primer registro insertado y la fecha del último. Es decir, una selección de todos los registros insertados.

A la hora de seleccionar periodos concretos, debe procurarse no incluir filas (registros) vacías. Ello conduciría a un falseamiento de la información.

Una breve descripción de los parámetros operacionales calculados para un periodo seleccionado se muestra a continuación:

- **Tiempo acumulado con $\text{DNI} > 340 \text{ W/m}^2$ (horas):** corresponde al tiempo total en el que la irradiancia directa normal superó el umbral de funcionamiento del sistema (340 W/m^2).
- **Tiempo medio con $\text{DNI} > 340 \text{ W/m}^2$ (horas/día):** corresponde al tiempo medio diario en el que la irradiancia directa normal superó el umbral de funcionamiento del sistema.
- **Tiempo máximo con $\text{DNI} > 340 \text{ W/m}^2$ (horas):** corresponde al tiempo máximo en el que la irradiancia directa normal superó el umbral de funcionamiento del sistema.
- **Tiempo de operación acumulado (horas):** corresponde al tiempo total en el que el sistema permaneció en funcionamiento ($\text{RPM} > 0$).
- **Tiempo medio de operación (horas/día):** corresponde al tiempo medio diario en el que el sistema permanece en funcionamiento.



-
- **Tiempo máximo de operación (horas):** corresponde al tiempo máximo de funcionamiento del sistema para el periodo de evaluación considerado.
 - **Energía total recibida con $\text{DNI} > 340 \text{ W/m}^2$ (kWh):** corresponde a la energía total recibida cuando la irradiancia directa normal superó el umbral de funcionamiento del sistema.
 - **Energía media recibida con $\text{DNI} > 340 \text{ W/m}^2$ (kWh/día):** corresponde a la energía media diaria recibida cuando la irradiancia directa normal supera el umbral de funcionamiento del sistema.
 - **Energía máxima recibida con $\text{DNI} > 340 \text{ W/m}^2$ (kWh):** corresponde a la máxima energía recibida en el periodo de evaluación considerado cuando la irradiancia directa normal superó el umbral de funcionamiento del sistema.
 - **Energía recibida en tiempo de operación (kWh):** corresponde a la energía total recibida por el sistema en el periodo de evaluación considerado cuando éste se encontró en funcionamiento.
 - **Energía media recibida en tiempo de operación (kWh/día):** corresponde a la energía media diaria recibida por el sistema cuando éste se encuentra en funcionamiento.
 - **Energía máxima recibida en tiempo de operación (kWh):** corresponde a la máxima energía recibida por el sistema en el periodo de evaluación considerado cuando aquel se encuentra en funcionamiento.
 - **Energía total producida (kWh):** corresponde a la energía producida por el sistema en el periodo de evaluación considerado.
-



- **Energía media producida (kWh/día):** corresponde a la energía media diaria producida por el sistema en el periodo de evaluación considerado.
- **Energía máxima producida (kWh):** corresponde a la máxima energía producida en el periodo de evaluación considerado.
- **Energía total consumida (kWh):** corresponde al total de la energía consumida por el sistema en el periodo de evaluación considerado.
- **Energía media consumida (kWh/día):** corresponde a la energía media diaria consumida por el sistema en el periodo de evaluación considerado.
- **Energía máxima consumida (kWh):** corresponde a la máxima energía consumida por el sistema en el periodo de evaluación considerado.
- **Potencia bruta media (kW):** corresponde a la potencia media medida en el eje del motor para el periodo de evaluación considerado. Se calcula como:
Energía total producida / tiempo de operación acumulado .
- **Potencia bruta máxima (kW):** corresponde a la máxima potencia generada por el sistema en el periodo de evaluación considerado.
- **Rendimiento bruto medio con DNI > 340 W/m² (%):** corresponde al rendimiento medio del sistema en el periodo de evaluación considerado en base a la energía total recibida con DNI > 340 W/m². Se calcula como:
*energía total producida*100 / energía total recibida con DNI > 340 W/m²*
- **Rendimiento neto medio con DNI > 340 W/m² (%):** corresponde al rendimiento medio del sistema en el periodo de evaluación considerado en base a la energía total recibida con DNI > 340 W/m² teniendo en cuenta las



pérdidas y autoconsumos. Se calcula como: $(\text{energía total producida} - \text{energía total consumida}) * 100 / \text{energía total recibida con DNI} > 340 \text{ W/m}^2$

- **Rendimiento bruto máximo con DNI > 340 W/m² (%):** corresponde al máximo rendimiento bruto con DNI > 340 W/m² alcanzado por el sistema en el periodo de evaluación considerado.
- **Rendimiento neto máximo con DNI > 340 W/m² (%):** corresponde al máximo rendimiento neto con DNI > 340 W/m² alcanzado por el sistema en el periodo de evaluación considerado.
- **Rendimiento bruto medio en tiempo de operación (%):** corresponde al rendimiento medio del sistema en el periodo de evaluación considerado en base a la energía total recibida en tiempo de operación. Se calcula como: $\text{energía total producida} * 100 / \text{energía total recibida en tiempo de operación}$
- **Rendimiento neto medio en tiempo de operación (%):** corresponde al rendimiento medio del sistema en el periodo de evaluación considerado en base a la energía total recibida en tiempo de operación teniendo en cuenta las pérdidas y autoconsumos. Se calcula como: $(\text{energía total producida} - \text{energía total consumida}) * 100 / \text{energía total recibida en tiempo de operación}$
- **Rendimiento bruto máximo en tiempo de operación (%):** corresponde al máximo rendimiento bruto en tiempo de operación alcanzado por el sistema en el periodo de evaluación considerado.



- **Rendimiento neto máximo en tiempo de operación (%):** corresponde al máximo rendimiento neto en tiempo de operación alcanzado por el sistema en el periodo de evaluación considerado.

3.7. Generación de informes

Sin ser la parte más crítica en cuanto a su programación, la generación de informes es la parte más importante de la aplicación , pensada para presentar de forma adecuada grandes volúmenes de información.

3.7.1. Contenido de los informes

De forma general, los informes contienen información gráfica y textual acerca de la operación del sistema de disco parabólico instalado en la ESI – Sevilla. También incluyen información referente al mantenimiento del sistema, esta última en menor medida pues no se desprende directamente de los datos procedentes del sistema de control del disco parabólico. La información gráfica se genera automáticamente desde el libro de trabajo de la aplicación por lo cual existe una fuerte vinculación entre los documentos en formato de *MS – Word* y las distintas hojas de cálculo. La información textual recoge fundamentalmente tendencias apreciadas en la información gráfica. También parte de esta información está vinculada a las distintas hojas de cálculo.

Los informes no son un continente exhaustivo de información. En ellos no se muestra un análisis pormenorizado de comportamientos, tendencias y/o resultados. Son más bien una herramienta de visualización o presentación de la información que supone una ayuda en la labor del analista del sistema. En este sentido, la información que en



ellos se muestra puede ser ampliada, reducida o modificada en función de las necesidades del usuario.

Existen dos modelos de informe: el informe diario y el informe periódico. La información en ellos contenida es, en gran medida, diferente pues cumplen con propósitos distintos. No obstante lo anterior, existen bloques de información comunes referentes a la introducción y a la descripción del sistema.

El informe diario contiene información general acerca de la operación del disco de acuerdo con los datos extraídos por el usuario para un día concreto.

El informe periódico contiene información acerca de la operación del sistema en un periodo de tiempo, de al menos dos días, elegido por el usuario.

Para ver más detalles de la información contenida en los informes véase los apartados **5.1.** y **5.2.** del presente documento.

3.7.2. Métodos para generar informes con la aplicación

Para generar informes diarios, el usuario de la aplicación debe pulsar el botón “Generar Informe” de la hoja “Resultado de la Consulta”. Tras ello, aparecerá una copia de *sólo lectura* del documento contenido en el archivo *InformeDiario.doc* con su información actualizada.

Los informes periódicos se generan a partir de la base de datos de la aplicación. Para ello, tras seleccionar un periodo de tiempo adecuado y calcular los parámetros de operación del disco (véase apartado **3.6.4.**) debe pulsarse el botón “Informe” de la hoja “Base de Datos”. Seguidamente aparecerá una copia de *sólo lectura* del documento contenido en el archivo *InformePeriódico.doc* con su información actualizada.



Recomendación: cuando un usuario genera un informe, es recomendable que lo guarde antes de generar otro con distinta información. Pero antes de guardarlo debe ir al menú Edición de la barra de menús de *MS – Word* → Vínculos y active la casilla *Bloqueado*. Después podrá guardar el documento con la seguridad de que si necesita abrirlo mientras se está ejecutando la aplicación, su información no se actualizará y no perderá, por tanto, la que originalmente tenía.

3.7.3. Informes diarios “Por segundo” y “Cada cinco minutos”

Los informes diarios “Por segundo” son aquellos en los que el origen de su información vinculada está en una consulta de datos medidos en intervalos de un segundo. Análogamente, el origen de la información vinculada en los informes diarios “Cada cinco minutos” es una consulta de valores promediados cada cinco minutos. A modo de ejemplo, en las siguientes figuras se muestra un gráfico en el que se representa la potencia generada por el sistema disco parabólico con valores medidos por segundo y otro gráfico donde se representa la misma magnitud en valores promediados cada cinco minutos.

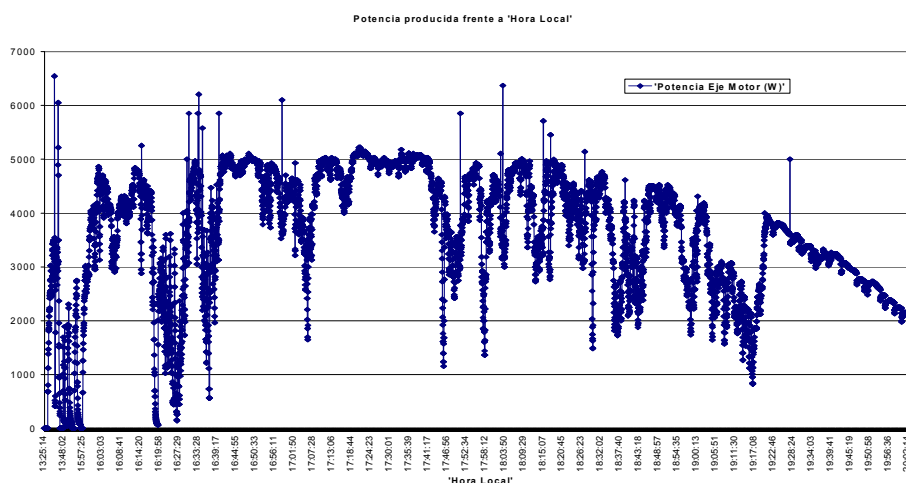


Figura 14: Gráfico característico en valores medidos por segundo

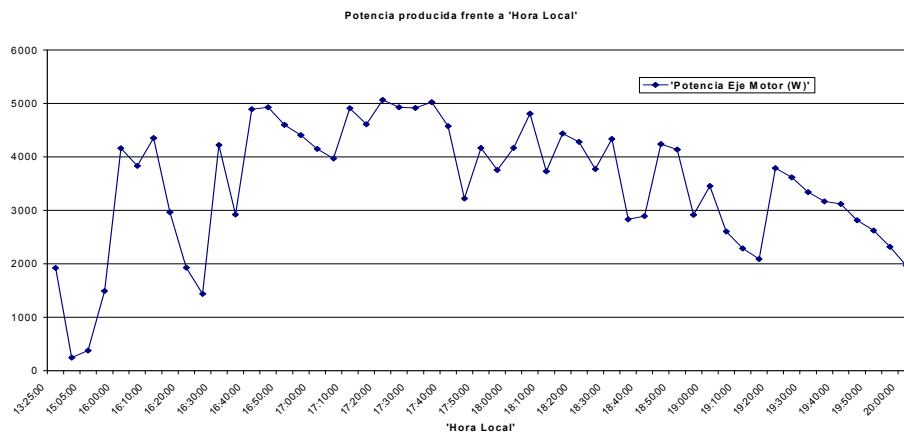


Figura 15: Gráfico característico en valores medidos cada cinco minutos

A simple vista pueden observarse evidentes diferencias. La disparidad que se aprecia en los valores de los parámetros operacionales diarios es menos acusada, como pone de manifiesto la **Figura 32**.

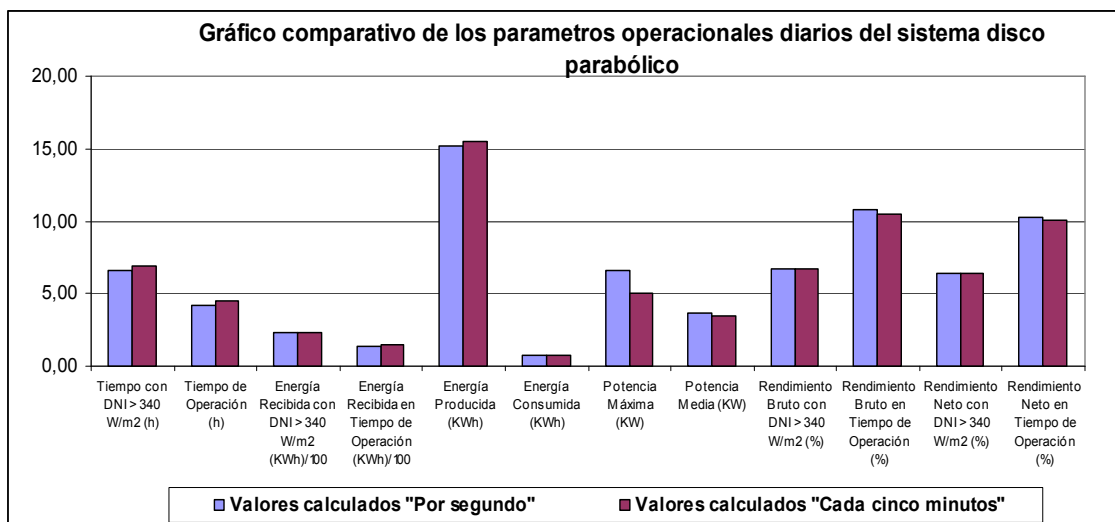


Figura 16: Gráfico característico de comparación entre los valores operacionales diarios calculados "Por segundos" y "Cada cinco minutos"



A la vista de las figuras anteriores pueden establecerse de manera general las siguientes **características** para la información basada en datos medidos “**Por segundos**”:

- Mayor nivel de detalle en la representación de la evolución de los distintos parámetros operacionales del sistema.
- Permite la visualización y determinación de valores instantáneos precisos.
- Ofrece mayor exactitud en el cálculo de valores operacionales diarios.
- Provoca un mayor consumo de recursos del sistema de computación, fundamentalmente en la representación, dificultando a veces su manejo.

Análogamente, las **características** generales de la información obtenida a partir de datos promediados “**Cada cinco minutos**” son:

- Suficiente representatividad en la evolución de los parámetros operacionales del sistema en periodos diarios de funcionamiento.
- Suficiente capacidad para detectar comportamientos anómalos del sistema sin necesidad de recurrir a amplias visualizaciones con excesivo nivel de detalle.
- Provoca un menor consumo de recursos de computación.
- Ofrece menor precisión en el cálculo de valores operacionales diarios del sistema.

Por todo ello, puede concluirse que la suficiente representatividad de la información mostrada unido ello al menor consumo de recursos de computación que ofrece, hace que el empleo de información basada en valores promediados “Cada cinco minutos” sea más aconsejable a la hora de elaborar informes de operación diarios.



Por el elevado consumo de recurso computacionales y el elevado nivel de detalle que ofrece, la información basada en valores medidos “Por segundo” se torna ideal para elaborar informes de operación en reducidos periodos de tiempo (del orden de minutos).

La menor precisión en el cálculo de valores operacionales diarios y la potencial acumulación del error absoluto introducido, desaconsejan el empleo de datos promediados “Cada cinco minutos” como origen de la información con la que se carga la base de datos de la aplicación. Se trata de motivar con ello que la información mostrada en los informes periódicos se acerque lo máximo posible a la realidad del funcionamiento del sistema en el periodo de tiempo considerado.

3.8. Fuentes consultadas para la elaboración del Capítulo 3

- Walkenbach J. *Excel 2002 Power Programming With VBA*. Edición en español. Ed. Anaya Multimedia. Madrid 2002.
- Roman Steven, Ph. D., *Writing Excel Macros With VBA*. Segunda edición. Ed. O'Reilly. Junio 2002.