

MANUAL DE OPERACIÓN TABLERO OES-UTN-CELAR / ARMSTRONG

Rafael Oliva / L&R Ing.

Revisión 1E al 06.12.2019



- I) **Introducción.**
- II) **Principios de funcionamiento y diagrama general**
- III) **Diagramas detallados y funciones**
- IV) **Ubicación de los componentes**
- V) **Monitoreo Remoto y Descarga de Datos**
- VI) **Referencias**

I) Introducción

El presente manual se refiere a la operación del **sistema de medición** (en adelante **Tablero OES**) instalado por el Observatorio de Energía y Sustentabilidad OES/UTN [1], orientado a relevar las características de pequeñas máquinas eólicas en conexión a red instaladas en zona urbana, en un predio de la Cooperativa Eléctrica de Armstrong [2] (Santa Fe, Argentina). El sistema es de carácter semi-portátil, y puede utilizarse para varios tipos de aerogeneradores, sin sistema de almacenamiento y con vinculación a la red a través de inversores *grid-tie*. El presente manual se refiere a la versión instalada en noviembre de 2019 sobre el aerogenerador Wintec 1500 [3]. El sistema implementado por L&R Ing. [4] y Provener SRL [5] prevé la medición de variables meteorológicas, variables eléctricas del generador, el rectificador y el inversor de manera de poder evaluar la performance de los equipos mediante una componente de comunicaciones incorporada que permite su monitoreo vía internet.

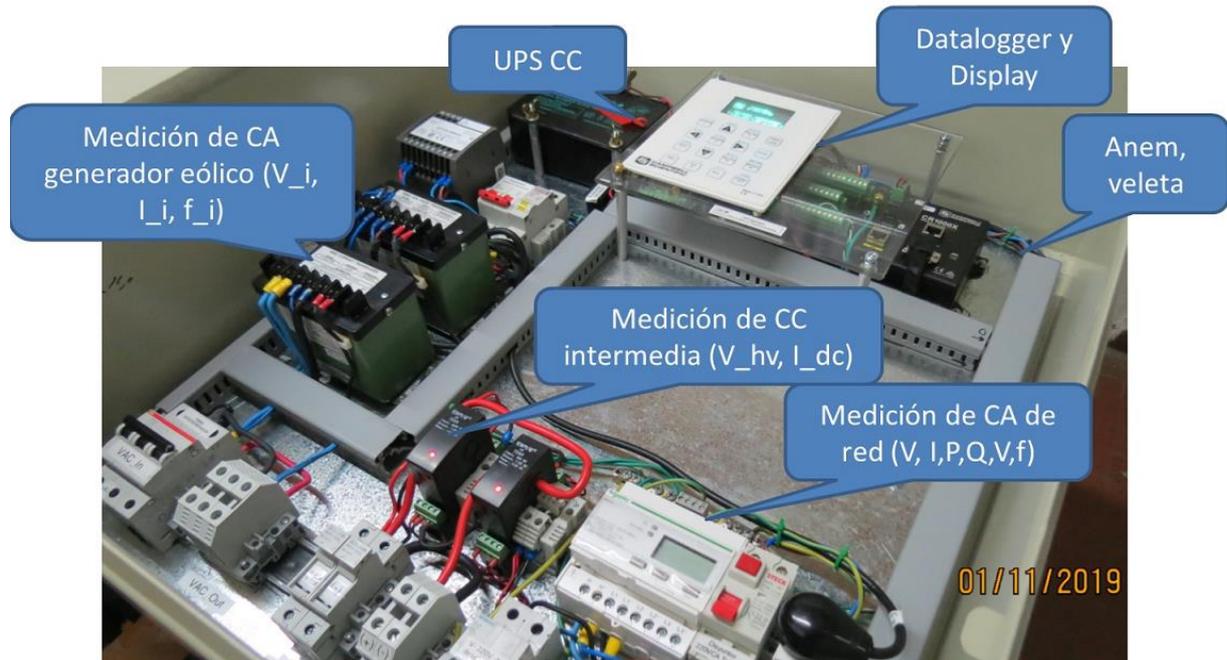


Figura 1.- Aspecto interno e indicación de componentes del Tablero OES - sistema de medición instalado en CELAR / Armstrong

II) Principio de funcionamiento y diagramas generales

Un diagrama en bloques del sistema de medición se muestra en la Figura 2. De acuerdo al trabajo que se viene realizando desde 2014 por parte de OES, se incorporó el sistema a un programa más amplio de mediciones actualmente en desarrollo, utilizando una conexión Ethernet para vinculación cableada a internet del datalogger, permitiendo representación remota de los datos vía un servidor OES/UTN que utiliza herramientas Highcharts / Thingsboard y otros componentes de software abierto.

En la Figura 3 se observa un diagrama en bloques de la medición para el sistema correspondiente al aerogenerador Wintec 1500. Dicho equipo cuenta con un regulador electrónico que frena el equipo en forma progresiva (conectando el generador a una resistencia de disipación) o en forma completa tanto ante una desconexión o ausencia de la red, como a través de un comando de Freno Manual. Como se observa en dicho diagrama (derecha) la medición “interviene” la salida del generador trifásico de imanes permanentes para las magnitudes “AC_IN” (frecuencia, Tensión entre dos fases y corriente en una fase). Hace lo propio con la parte de continua (DC, tensión y corriente) que ingresa al inversor, y con la parte de alterna en conexión a red (AC_OUT) utilizando un multi-medidor Schneider (tensión L1-N, corriente en fase L1, frecuencia, potencia activa y reactiva).

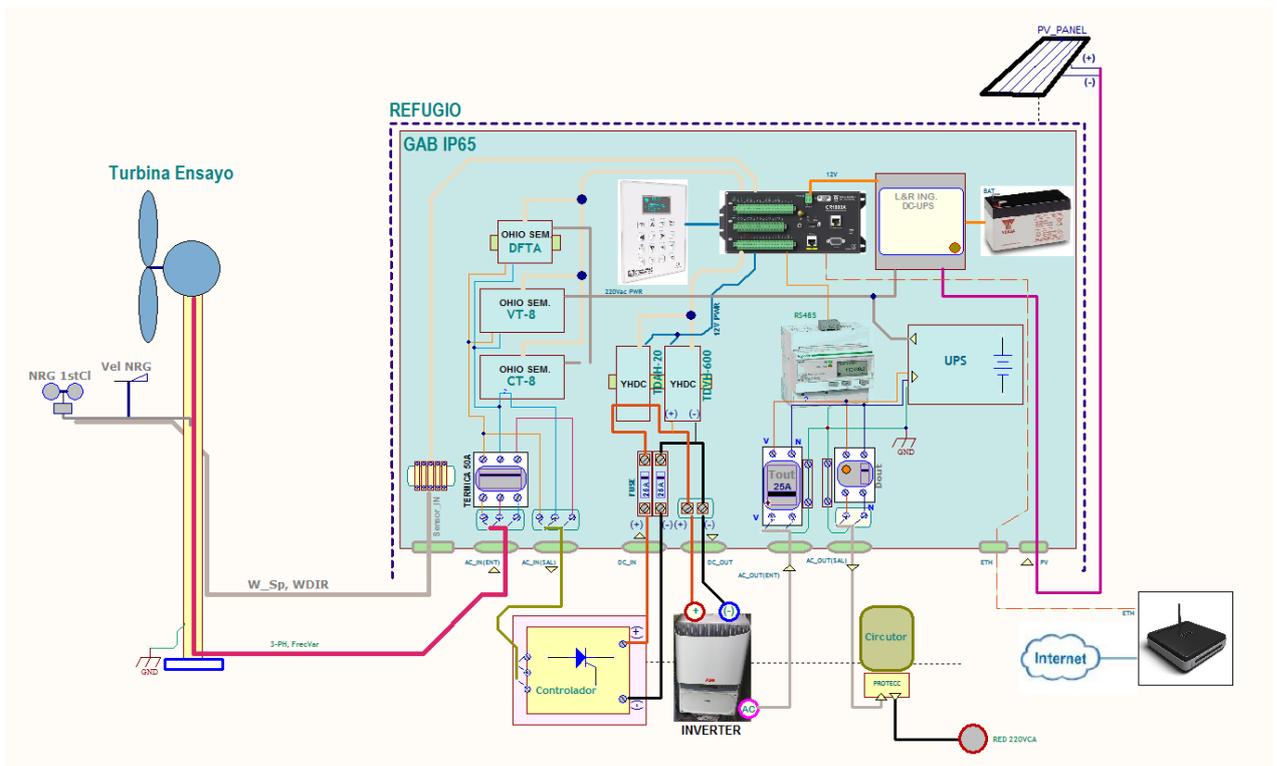


Figura 2.- Diagrama en bloques del sistema de medición instalado en CELAR / Armstrong

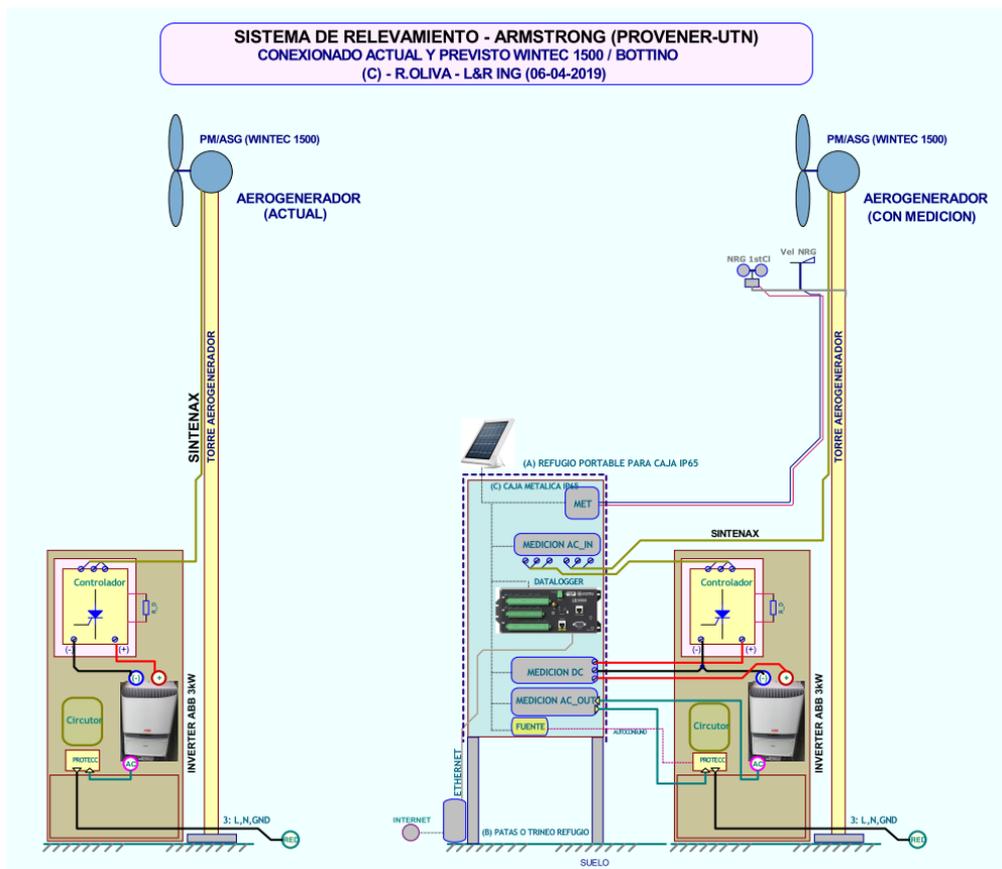


Figura 3.- Diagrama de la instalación previa (izq) y luego de la instalación del sistema de medición

Pueden listarse algunas características técnicas del Tablero OES en el siguiente resumen:

- Basado en Datalogger Campbell Scientific CR1000X
 - Procesador Renesas de 32 bits
 - Programado en CRBasic
 - Teclado + Display fluorescente CD100
 - Interfases uSD, USB, Ethernet 10/100, RS485

- 6 o 7 canales analógicos utilizados (SE1 a SE7) de un total de 16.
- 1 canal de medición de frecuencia (P1 – anemómetro NRG Max#40C)
- Sensores utilizados para la salida del generador de imanes permanentes V_{ac_in} RMS, I_{ac_in} RMS, f_{in} de Ohio Semitronics [6] (+/-0.25%)
- Sensores para el enlace de corriente continua previo al inversor V_{dc} (0-600V +/-1%), I_{dc} (0-20A +/-0.5%) de efecto Hall YHDC [7]
- Modulo iEM3155 multimedidor de Schneider [8] para parámetros de red (V_{L1-N} , I_{L1} , P, Q, S, f) con comunicación Modbus a través de RS485.
- Almacenamiento de promedios de las variables (intervalos de 1 minuto), además de máximos, mínimos, y desvío estándar, en tarjeta microSD.
- UPS de CC con batería y panel solar
- Presentación de valores instantáneos por Modbus TCP, para interfase externa.
- Miniservidor web interno.
- Configuración y actualización remota de firmware.

III) Diagramas detallados y funciones

III.1) Diagramas detallados: El sistema implementado en el Tablero OES se muestra en la Figura 4, y se aprecian los distintos componentes. El cableado está indicado con la secuencia (A), (B).. (K). En el diagrama de la Figura 5 se observa el interior del gabinete Wintec intervenido para la conexión de dichos cables, y algunas modificaciones que debieron realizarse en el momento de la instalación. En particular, el cableado de salida del Inversor (E)-(F) se insertó aguas arriba de la llave termomagnética indicada como T1 en dicha figura, a efectos de permitir un aislamiento de la red y evitar la apertura del cableado al medidor Elster precintado.

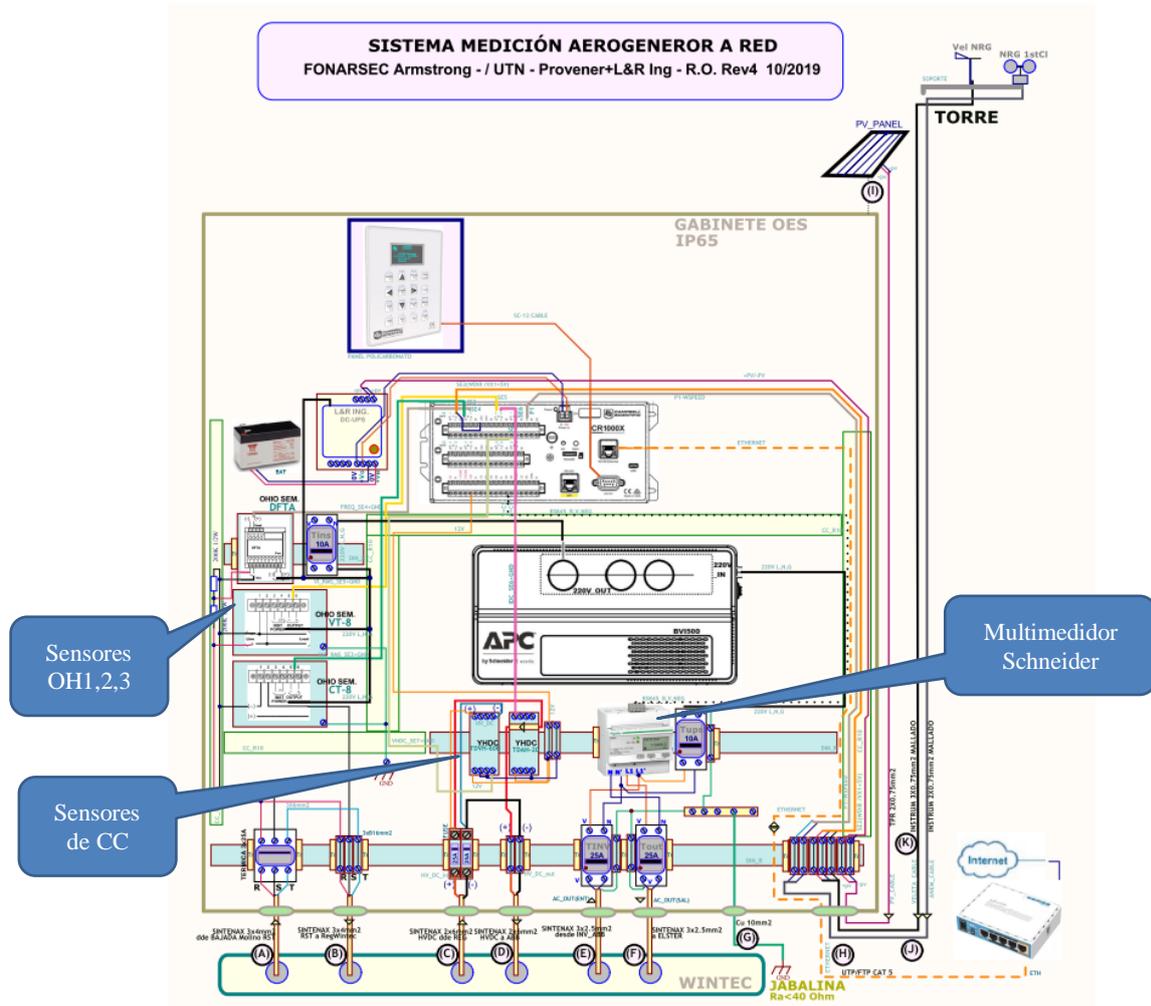


Figura 4.- Diagrama general de la instalación Tablero OES, versión preliminar 10-2019

INTERFASE A AEROGENERADOR WINTEC/ARMSTRONG
 FONARSEC Armstrong - / UTN - Provener+L&R Ing - R.O. Rev4E 02/12/2019

(con modificaciones Instalacion 9.11.19)

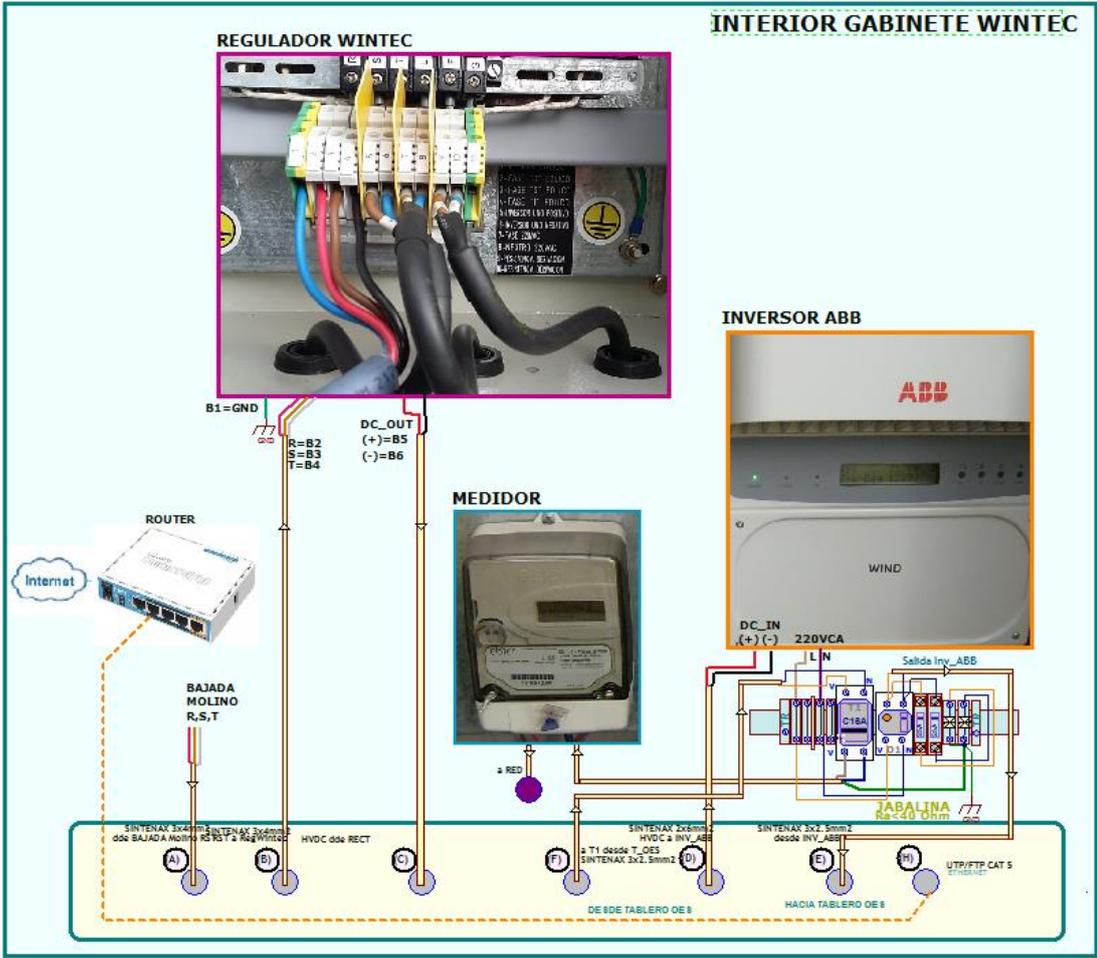


Figura 5.- Diagrama interno del gabinete Wintec intervenido, con modificaciones realizadas el 9.11.2019 y conexión de los cables (E)-(F) definitivo.

III.2) Funciones de los componentes:

III.2.1) Unidad de Alimentación: El Tablero OES se encuentra por el momento funcionando con la UPS de CC, que carga una batería de 12V / 7Ah a través de una placa DIN_UPSChg que integra un cargador para panel solar y una unidad 220V a 15Vcc / 0.3A aislada, cuyo diagrama funcional se aprecia en la Figura 6.

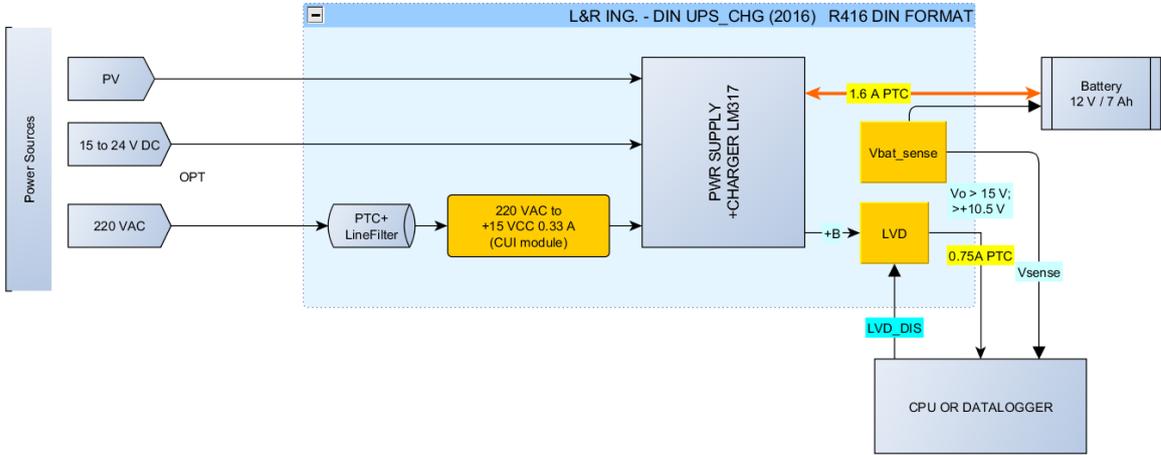


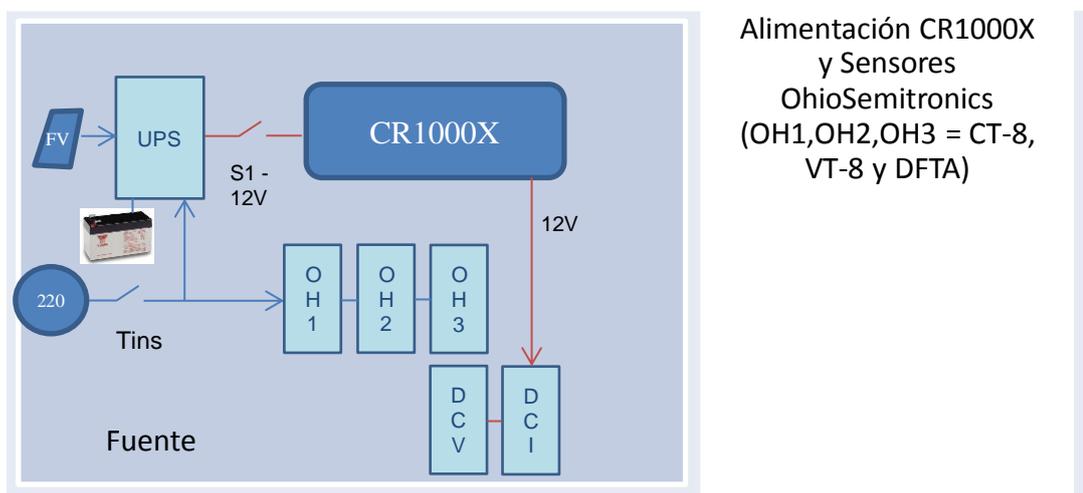
Figura 6.- UPS-CC y batería convencional de 12V / 7Ah con carga vía 220V y Panel FV

En la Figura 7 (izq.) se observa la ubicación en el Tablero OES de la llave de encendido *SI* en 12V del Datalogger CR1000X, y de la llave *Tins* que conmuta la alimentación de 220V a los Sensores Ohio Semitronics OH1,2,3 (Figura 4) y el LED ubicado a su derecha, que indica presencia de red. A la derecha de la Figura 7, con el display removido se aprecia la placa UPS-CC cuyo diagrama se indicó en la Figura 6.

En la Figura 8 se exhibe un diagrama de conexionado general y funciones de ambas llaves. S1 alimenta (en posición 1) los 12V hacia el datalogger, mientras que *Tins* hacia arriba da alimentación a OH1-OH3. La opción inicial de incorporar una UPS de 220V convencional para alimentar los sensores OH1,2,3 que funcionan con 220V, dada la configuración actual de operación del aerogenerador no resultó crítica. Esto se debe a que el control del aerogenerador ante la ausencia de red se desconecta y pone en corto el generador en forma automática. El datalogger continua funcionando, dada su doble alimentación con panel solar y batería de 12V independiente. Los sensores de la parte de corriente continua (Sensores de CC en Figura 4) se alimentan con 12V provenientes del datalogger, mientras que el multimetedor Schneider se alimenta directamente de la conexión a red.



Figura 7.- (izq.) Ubicación de llaves de encendido CR1000X (*SI*) y de alimentación de 220V (*Tins*) para sensores OhioSemitronics y UPS-CC, y (der.) placa DIN_UPS, debajo del Display.



Alimentación CR1000X y Sensores OhioSemitronics (OH1,OH2,OH3 = CT-8, VT-8 y DFTA)

Figura 8.- Diagrama de conexionado, y funciones de llaves de encendido CR1000X (*SI*) y de alimentación de 220V (*Tins*) para sensores OhioSemitronics y UPS-CC

III.2.2) Unidades de medición de entrada desde el generador: En la Figura 9 (izq.) se aprecia el detalle de conexionado los sensores que miden la corriente RMS de línea de salida del generador, la tensión RMS entre dos de las fases y la frecuencia de dicha tensión entre fases. Para este fin se utilizan los sensores de corriente alterna RMS CT-8 (escala 0 -20 A) de Ohio Semitronics, VT-8 para tensión alterna RMS (0-600 V) y DFTA para frecuencia nominal de 10 a 420 Hz, del mismo fabricante. En la Figura 9 (der.) se aprecia la llave *VAC_In* de 3x25A que desconecta el cable de bajada del aerogenerador del regulador Wintec. Esta llave es una desconexión de

mantenimiento y es recomendable en todo momento mantener esta llave en posición hacia arriba (conectada) para no dejar el generador en vacío, dado el posible embalamiento del mismo.

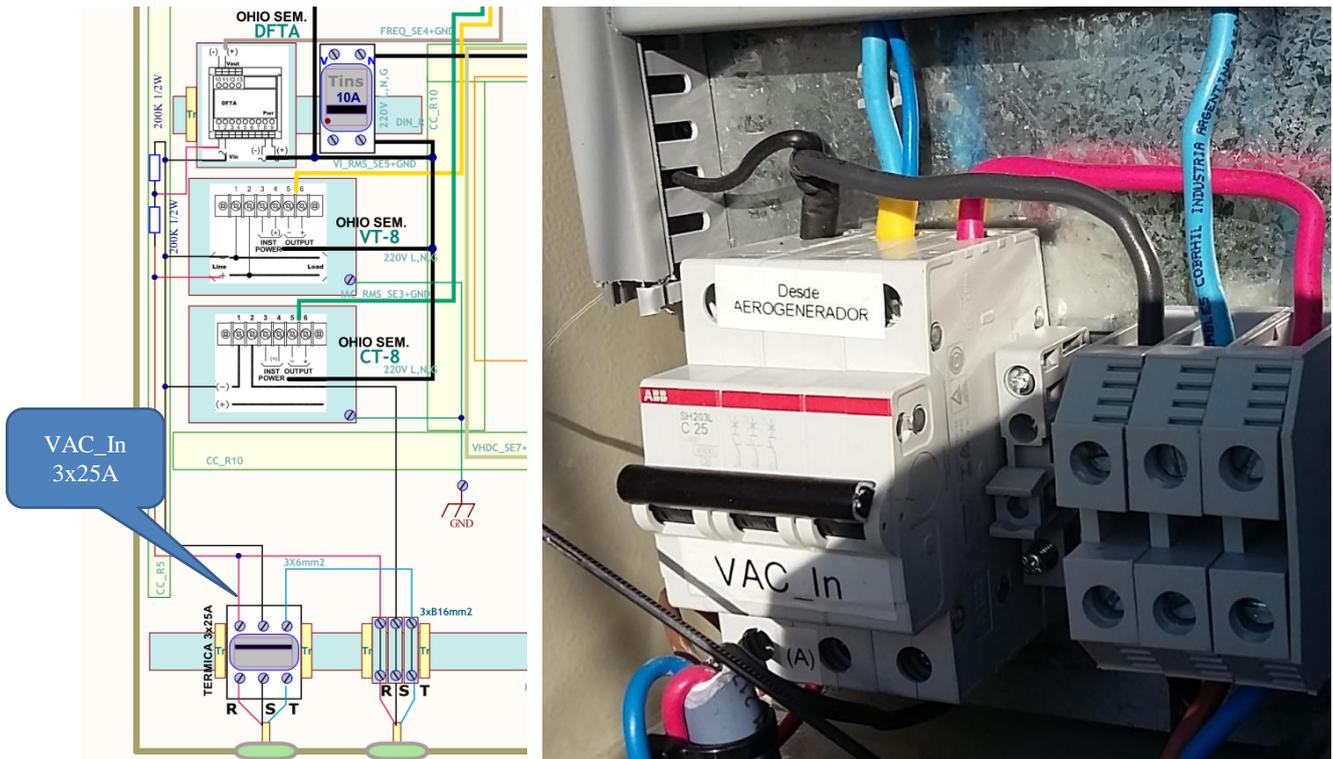


Figura 9.- (izq.) Sección de medición de entrada desde el generador de imanes permanentes, de las magnitudes V_{AC_In} , I_{AC_In} y f_{AC_In} , cables (A) y (B) en el diagrama general, y (der.) llave VAC_In de desconexión.

III.2.3 Unidades de medición de corriente continua: En la Figura 10 se aprecia el detalle de conexonado los sensores que miden la tensión y corriente continua rectificada, que envía el regulador Wintec al inversor ABB, lo cual corresponde a los cables (C) y (D) en el diagrama general. Para este fin se utilizan los sensores de corriente continua de efecto Hall TDAH- 20 (escala 0 -20 A), y el de tensión continua de efecto Hall TDVH-660 de la firma YHDC.

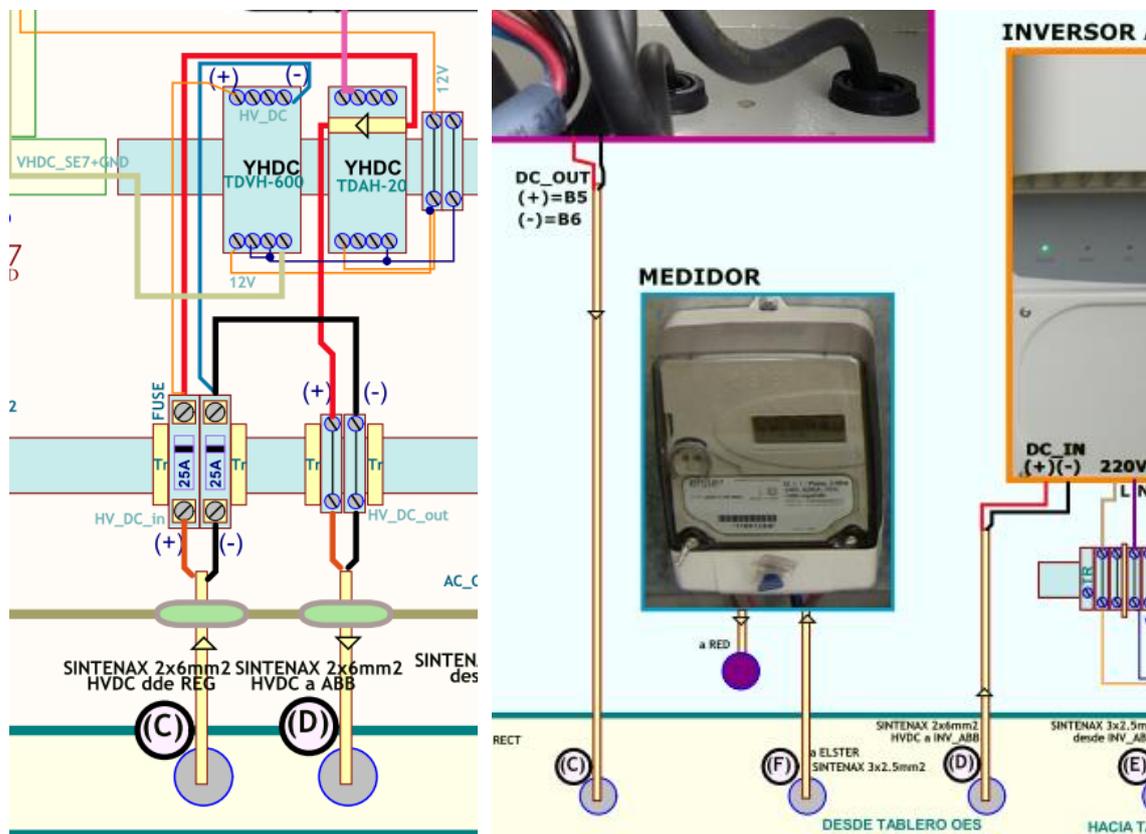


Figura 10.- Sección de medición de corriente continua, de las magnitudes V_{HVDC} , I_{DC} (Cables (C) y (D)).

En la Figura 11 se aprecia el par de sensores YHDC y las borneras con portafusible 2x25A que permiten la desconexión de mantenimiento de la parte de continua entre el regulador – salida bipolar (C) – y el inversor, representado por el cable de entrada (D). Similarmente al caso anterior, se trata de una desconexión de mantenimiento y es recomendable en todo momento mantener la conexión de continua operativa.

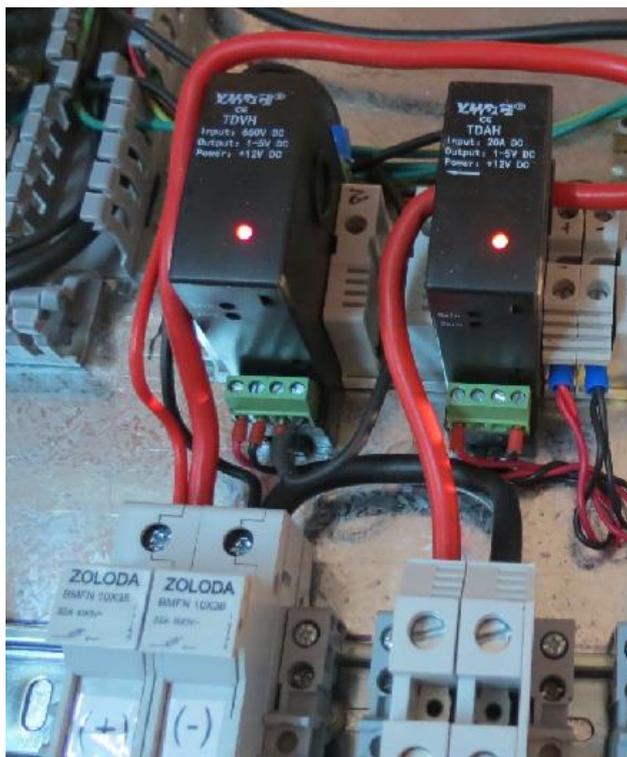


Figura 11.- Conexión de la parte de corriente continua, Sensores TDAH (I_{DC}) y TDVH (V_{DC}).

III.2.4) Unidad de medición múltiple de corriente, tensión y potencia a red: En la Figura 12 se aprecia el detalle de conexionado del multimetro Schneider iEM3155, utilizado para el relevamiento de los parámetros de la conexión del inversor ABB a la red, lo cual corresponde a los cables (E) y (F) en el diagrama general. Dicho multimetro se comunica a través de un puerto RS485 utilizando protocolo Modbus con el logger CR1000X. Según recomendación de Schneider, se cablea el multimetro de forma que la potencia activa entregada por el inversor ABB a la red resulte negativa, y el autoconsumo del sistema positivo.

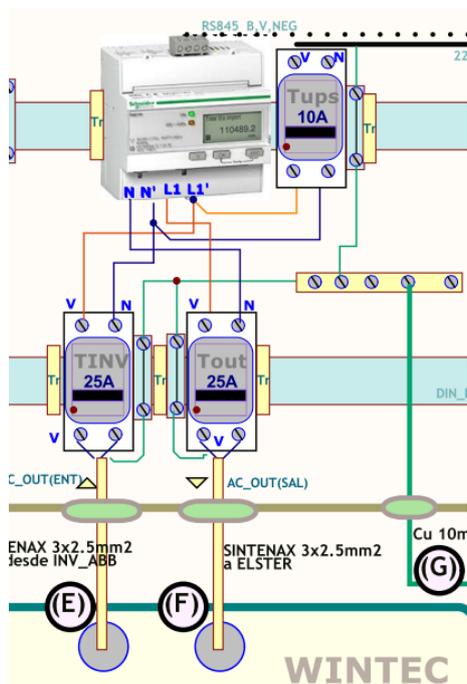


Figura 12.- Conexión del Multimetro Schneider y foto del mismo en ensayo.

III.2.5) Entradas para anemómetro, veleta y panel fotovoltaico: En la Figura 13 se aprecia el detalle de conexionado de los sensores de viento, anemómetro NRG Max#40C y veleta NRG #200P, lo cual corresponde a los cables (J) y (K) en el diagrama general, y del panel fotovoltaico (cable (I)).

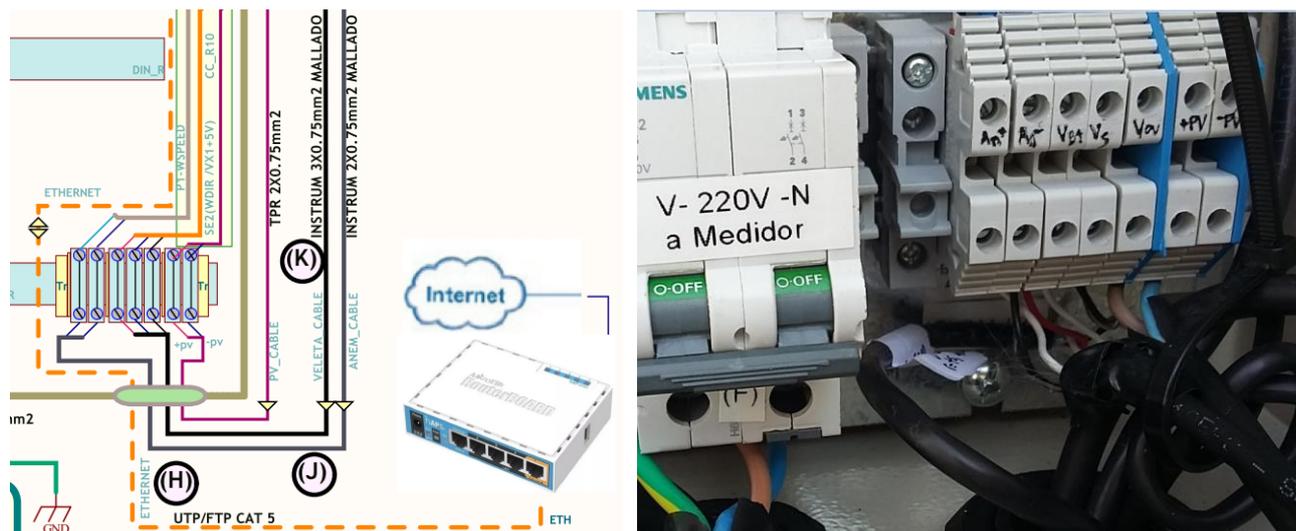


Figura 13.- (izq) Diagrama de la conexión de ingreso de señal de anemómetro (J), veleta (K) y Panel FV (I) al Tablero OES, y (der.) detalle de la bornera de conexión.

IV) Ubicación de los componentes

IV.1) Distribución del Tablero OES: El Tablero OES se encuentra instalado en la planta de depuración de agua de la cooperativa CELAR de Armstrong. En la Figura 14 (izq.) se muestra la ubicación actual de dicho tablero. En la Figura 14 (der) se muestra el cableado dentro del Tablero Wintec, con los cables provenientes del Tablero OES.

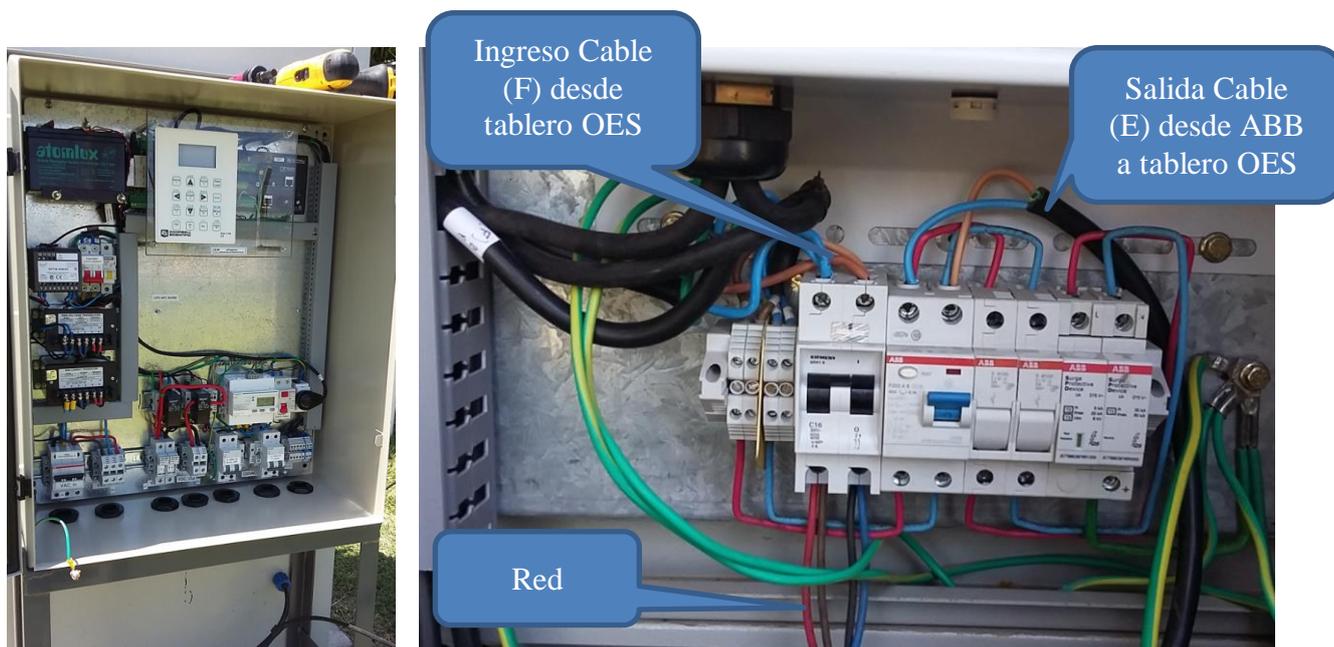


Figura 14.- Ubicación del Tablero OES (izq) e ingreso/egreso de Cables (E) y (F) en el Tablero Wintec

El tablero Wintec contiene el regulador provisto para el aerogenerador, y en la Figura 15 (izq.) se muestra el ingreso y egreso de cables (B) y (C) desde dicho regulador al Tablero OES. En la Figura 15 (der.) se muestra la conexión del cable UTP (H) que se conecta al puerto Ethernet del Datalogger CR1000X e ingresa al router MicroTik. En la Figura 16 se aprecia el funcionamiento del Inverter ABB y en la Figura 17 el aspecto normal del Tablero OES con las posiciones de las llaves en funcionamiento.

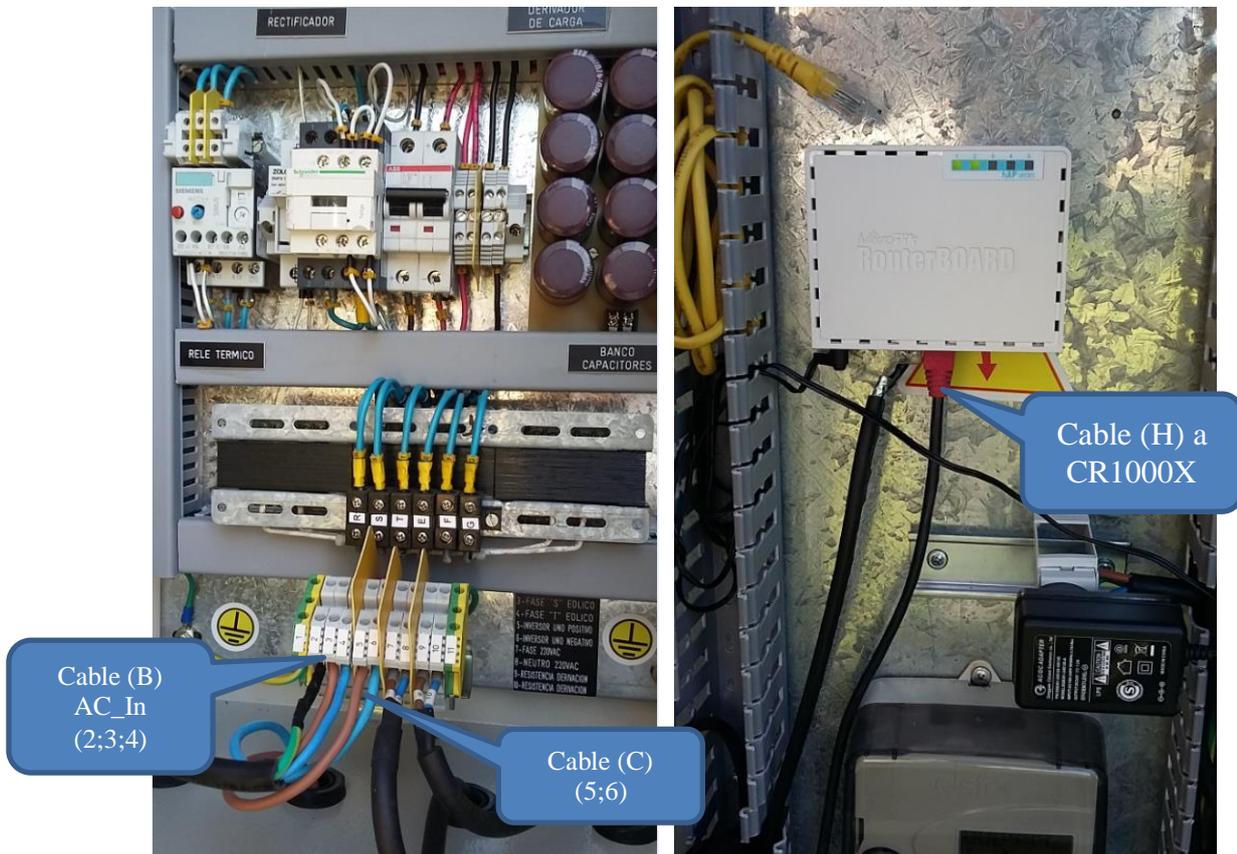


Figura 15.- Cableado (B) y (C) hacia regulador Wintec (izq) y cable UTP conectado al router (H).



Figura 16.- Sistema en funcionamiento, lado tablero Wintec

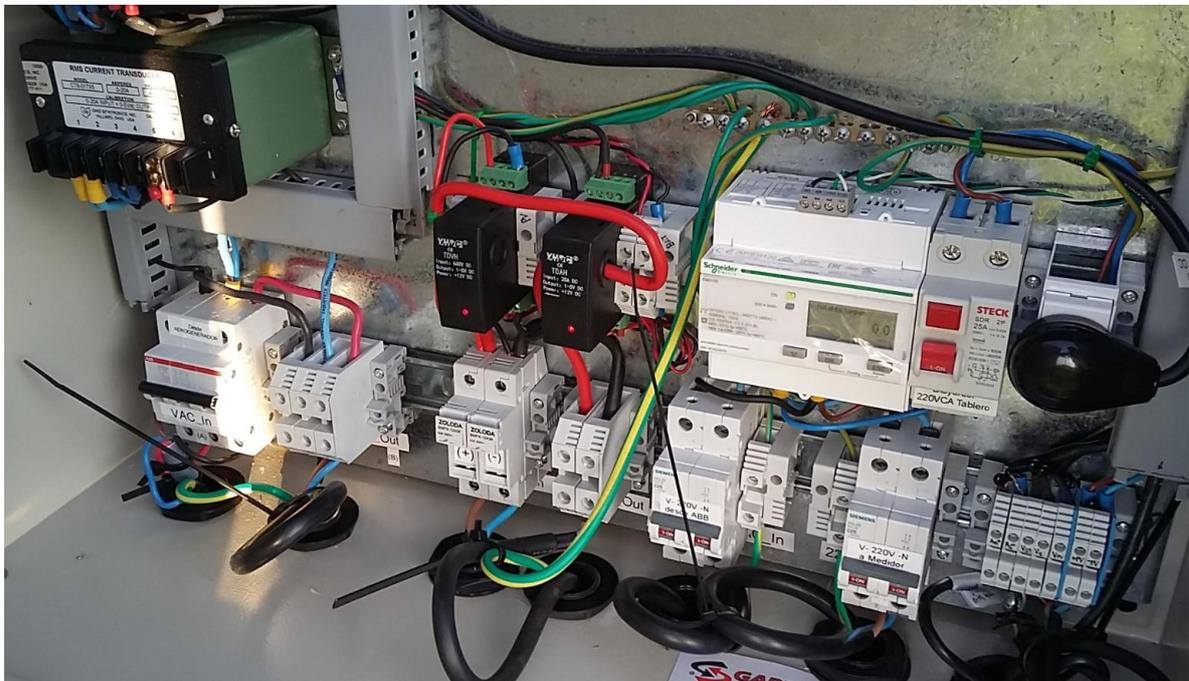


Figura 17.- Tablero OES con posición de llaves en funcionamiento normal

En la Figura 18 (izq) se observa el sistema y el panel Fotovoltaico, y en la Figura 18 (der.) el protector contra incidencia excesiva de sol sobre el gabinete.



Figura 18.- (izq) Vista del sistema instalado, y (der.) protector contra incidencia directa del sol sobre el tablero

En la Figura 19 (izq) se observa el aspecto que se presenta al usuario del aerogenerador el interior del tablero Wintec, siendo la operación del sistema de registro del Tablero OES transparente. En funcionamiento normal los controles del aerogenerador de la Figura 19 (der.) debería estar solamente encendido el indicador verde de Red, y la posición del Freno Manual en 0.



Figura 19.- Aspecto que presenta el tablero Wintec (izq.) y detalle de los controles. Normalmente sólo estará encendida la luz verde de red presente, y el Freno Manual en posición 0 para la operación del aerogenerador

IV.2) Display del Tablero OES: El Tablero OES cuenta con un display electroluminiscente como se muestra en la Figura 20, que se encuentra en la parte superior central de dicho tablero. Habitualmente por ahorro de energía, el mismo permanece apagado y no será necesaria su utilización, solamente para verificar el correcto funcionamiento interno. Presionando el botón ENTER ubicado en el costado inferior derecho, se enciende dicho display en forma similar a lo que se aprecia en la Figura 20.

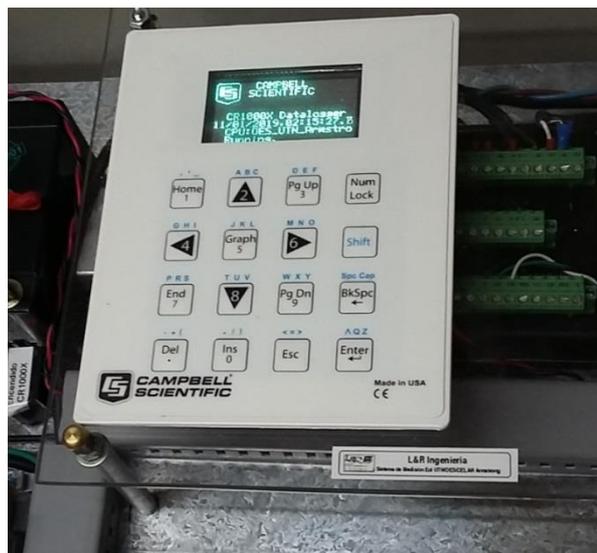


Figura 20.- Vista interfase visual del datalogger

Presionando cualquier tecla (excepto las flechas y ESC) se accede a la secuencia de menús que se muestra en la Figura 21, que es similar para la mayoría de los dataloggers de la firma CSI. En general no resulta recomendable tocar ninguna configuración, ya que el acceso no está protegido y es posible alterar involuntariamente aspectos de operación críticos del datalogger. Dentro del menú puede resultar de interés la tabla “Public” que se indica en la Figura 21, a la

que se accede utilizando las flechas y Enter, y que refleja dentro de las variables leídas las que comienzan con EU_ que son las convertidas a Unidades de Ingeniería (por ejemplo corriente en A, tensión en V, intensidad de viento en m/s, etc), y las 6 mediciones siguientes [V_AC_Out, I_AC_Out, P_AC_Out, f_AC_Out del multimedidor Schneider, y BattV (tensión batería interna) y Ptemp (Temperatura interna)] según el Listado 1.

Units EU_WSpd = m/s	' MB_Ch1 WSpeed Reading, Anem NRG#40C 0-70m/s
Units EU_VWDIR = deg	' MB_Ch2 WDIR Reading, VAne NRG200P 0-359 deg
Units EU_Freq_AC_In = Hz	' MB_Ch3 f_in from PM generator [Hz]
Units EU_VACIn = Vrms	' MB_Ch4 V_AC input from two phase PM generator [0-600Vrms]
Units EU_IACIn = Arms	' MB_Ch5 I_AC input 1 phase in 0-20Arms
Units EU_VHVdc = V	' MB_Ch6 V_DC DC link [0-600V]
Units EU_IaeDC = A	' MB_Ch7 I_DC DC link [0-20A]
Units V_AC_Out= V	' MB_Ch8 V_AC_L1N out
Units I_AC_Out= A	' MB_Ch9 I_AC_out
Units P_AC_Out= kW	' MB_Ch10 P_AC_out active
Units f_AC_Out= Hz	' MB_Ch11 f_AC_out
Units BattV= V	' MB_Ch13 V_Bat interna 0-15V
Units PTemp= Deg C	' MB_Ch14 Internal Temp C

Listado 1.- Contenidos de la Tabla Public con valores EU_ y sucesivos indicados en unidades de ingeniería.

En el display se trata de valores instantáneos (Figura 22). Estos valores, a su vez, son “publicados” en una tabla accesible por Modbus TCP y pueden visualizarse en una interfase gráfica Thingsboard [9] preparada por OES, que se mostrará en el siguiente ítem. El programa internamente va almacenando en la tarjeta microSD los promedios, máximos, mínimos y desvío estándar de cada una de esas variables. En la Figura 23 se muestra el acceso físico a la tarjeta SD, por debajo del soporte transparente del display. La remoción de la tarjeta microSD requiere presionar antes el botón indicado “Eject”, si el datalogger está operando, aunque la descarga de datos puede realizarse vía internet como se muestra en el apartado siguiente.

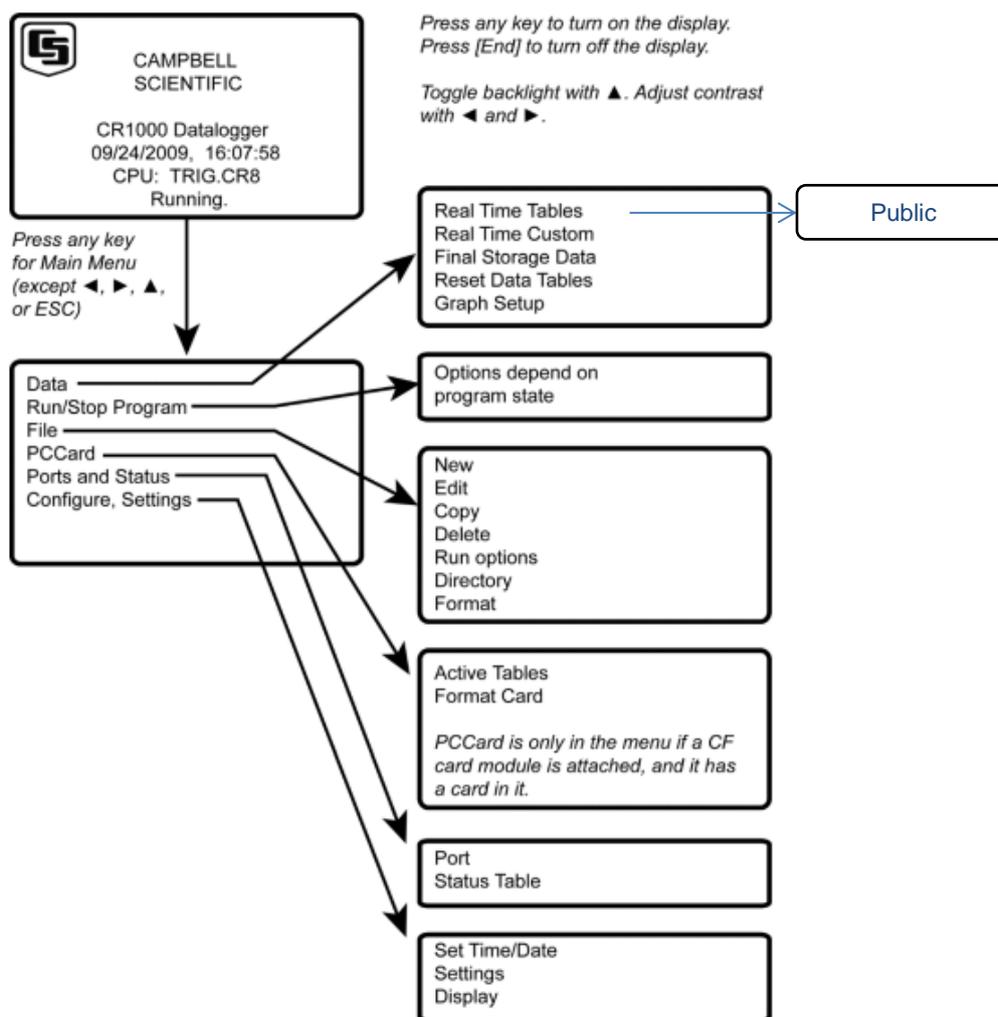


Figura 21.- Menú Display – secuencia y tabla Public



Figura 22.- Vista Tabla Public con valores EU_ indicados en unidades de ingeniería.

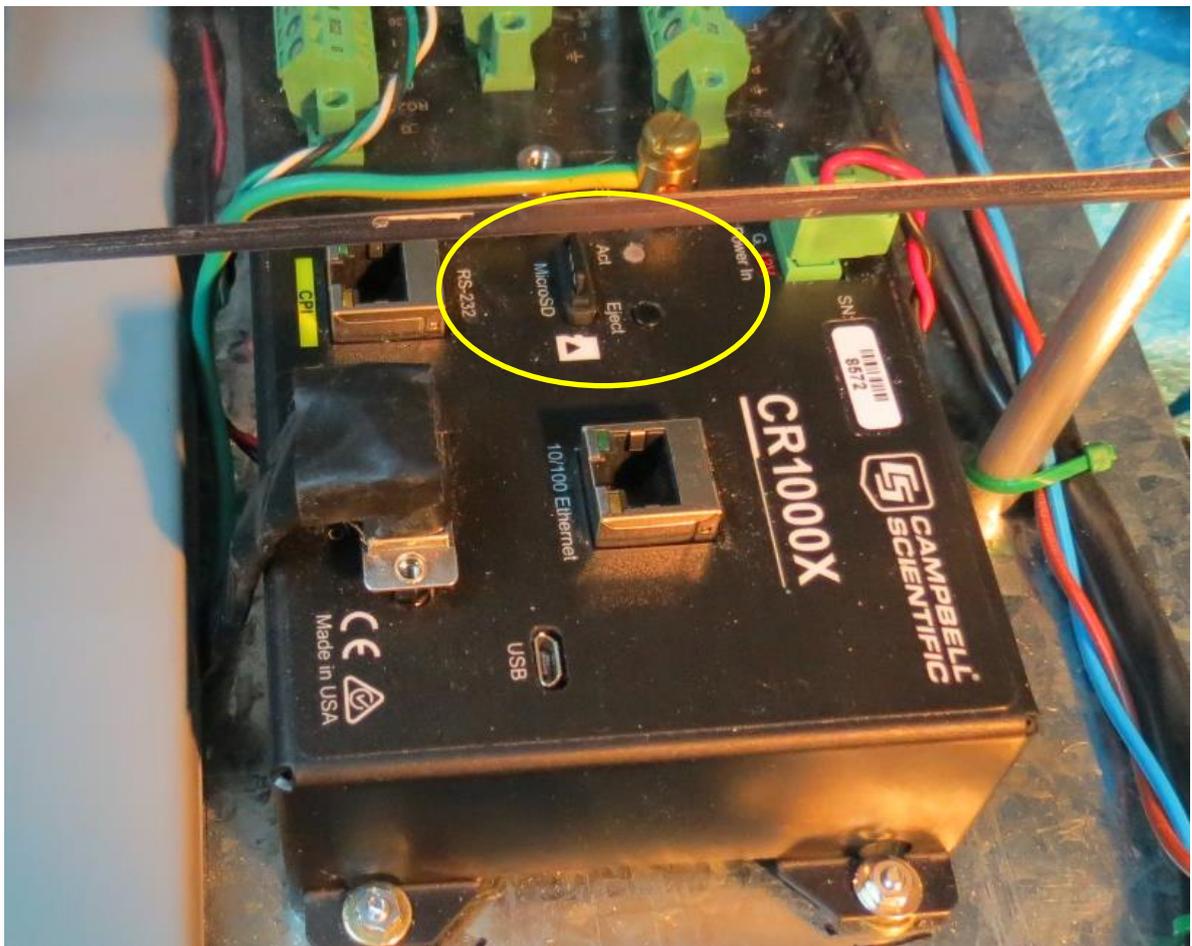


Figura 23.- Acceso físico a la tarjeta SD. Para remover con el logger en operación, presionar el botón “Eject”

V) Monitoreo Remoto y Descarga de Datos

V.1) Monitoreo Remoto: El sistema del Tablero OES permite el acceso remoto, a través del puerto Ethernet de diversos datos de operación, datos almacenados y el envío de actualizaciones de firmware. La conexión a internet permite la visualización de los datos en tiempo real del sistema gracias a la aplicación desarrollada por el equipo de instrumentación de OES (M.Castello, J.Salerno) a través de la herramienta gratuita Thingsboard, que permite la visualización de valores instantáneos publicados vía Modbus TCP por el firmware interno instalado en el tablero. A través de una interfase protegida por usuario y password, es posible realizar un monitoreo a distancia de distintos parámetros del equipo y los últimos registros, en forma gráfica como se muestra en las Figuras 24 y 25.

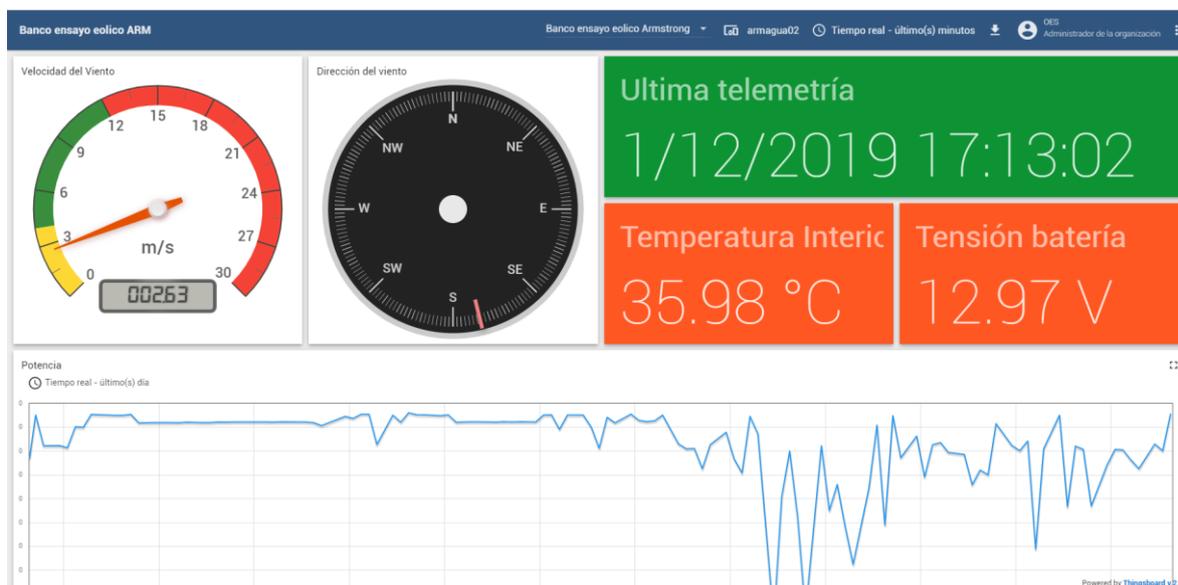


Figura 24.- Visualización remota del estado del equipo y variables relevantes, vía el sistema OES-UTN

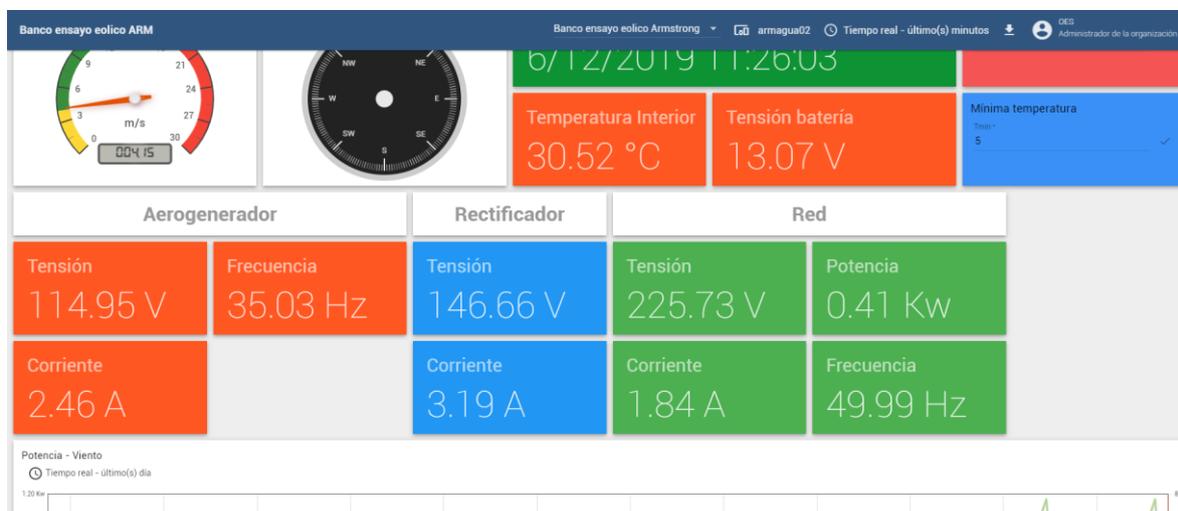


Figura 25.- Otra vista del acceso vía el sistema OES-UTN

V.2) Descarga y procesamiento de datos: El almacenamiento por parte del CR1000X en tarjeta microSD de los promedios, máximo, mínimo y desvío estándar de los canales permite la exportación a Excel u otras planillas de cálculo de dichos datos y realizar un procesamiento más detallado de los mismos. Estos datos pueden leerse en una PC con lector microSD en forma convencional, si se realiza la extracción de la tarjeta como se indicó en el punto anterior. En caso de contar con acceso remoto vía internet, es posible acceder a los datos a través de la página Web publicada por el mismo CR1000X como se muestra en la Figura 26. En dicha página se accede al menú principal que indica los valores de operación interna del Datalogger, y por ejemplo en el ítem Data se muestra la tabla Public (Figura 27) similarmente a lo que se puede acceder vía display como se indicó en el punto IV.2.

Status

Datalogger Information

Name
8572

Timestamp
5/12/2019 12:27:00

OS
CR1000X.Std.02.00
06/01/2018
Signature:64343

Panel Temperature
28.03°C

Battery
13.16 V

Memory
4194304 bytes

Errors
Watchdog:0

Program Information

Current
CPU:OES_UTN_Armstrong_Version1G.CR1X

Start Time
9/11/2019 19:00:22

Run Signature
18789

Program Signature
15506

Results for Last Program Compiled
Warning: Variable MBReg out of bounds.

Memory Free
54428 bytes

Errors
Skipped Scans:0
Variables Out of Bounds:3 There is a program error.

©2019 Campbell Scientific, Inc.

Figura 26.- Acceso a través del enlace CELAR a la página interna del Datalogger OES-UTN

Data

Table List

Data Table Info

OESUTNTable

Public

Status

Timestamp	Record	VWDR	Frec_NRG	VIAC_In	VFreq_AC_In	VV_AC_In	Vlase_DC	VV_HV_DC	EU_VWDR	EU_Wspd	EU_IACIn	EU_Freq_AC_In	EU_VACIn	EU_JaeDC	EU_VHVdc	V_AC_Out
5/12/2019 12:31:25	2223059	262.920	5.000	454.884	187.815	718.037	1.458.269	1.666.328	20.314 deg	4.152 m/s	1.795 Arms	25.589 Hz	85.966 Vrms	2.365 A	109.842 V	227.649 V
5/12/2019 12:31:23	2223057	190.848	6.000	469.592	193.979	732.593	1.471.648	1.679.838	13.703 deg	4.912 m/s	1.853 Arms	26.100 Hz	87.709 Vrms	2.432 A	112.069 V	229.624 V
5/12/2019 12:31:21	2223055	325.233	6.000	449.385	184.738	708.684	1.452.268	1.657.627	23.352 deg	4.912 m/s	1.774 Arms	25.333 Hz	84.847 Vrms	2.335 A	108.408 V	230.267 V
5/12/2019 12:31:19	2223052	303.509	4.000	373.192	147.436	639.001	1.373.837	1.595.824	21.792 deg	3.392 m/s	1.473 Arms	22.237 Hz	76.504 Vrms	1.944 A	98.221 V	229.943 V
5/12/2019 12:31:16	2223050	52.032	6.000	359.017	144.674	625.330	1.363.414	1.581.847	3.736 deg	4.912 m/s	1.417 Arms	22.008 Hz	74.667 Vrms	1.892 A	95.918 V	230.049 V
5/12/2019 12:31:14	2223048	59.632	5.000	372.789	149.588	633.485	1.377.627	1.587.791	4.262 deg	4.152 m/s	1.471 Arms	22.416 Hz	75.844 Vrms	1.963 A	98.997 V	230.532 V
5/12/2019 12:31:12	2223045	38.012	6.000	363.183	146.377	625.198	1.366.961	1.580.654	2.729 deg	4.912 m/s	1.433 Arms	22.149 Hz	74.851 Vrms	1.910 A	95.721 V	230.219 V

Figura 27.- Acceso a tabla Public en página interna del Datalogger OES-UTN

Los datos del almacenamiento por parte del CR1000X en tarjeta microSD de los promedios, máximo, mínimo y desvío estándar de los canales pueden ser descargados a través de la misma interfase, dentro del Item Files, submenú CRD, como se muestra en la Figura 28, presionando con el mouse derecho sobre el archivo principal CRD_8572.OESUTNTable.dat e iniciando una descarga a la PC. Este archivo tiene un tamaño fijo considerable (181MB) y se va llenando de registros, por lo cual la descarga puede ser lenta. No se deben modificar o manipular los otros datos presentes en el datalogger.

File Control

Device List

CPU 31.25 MB

CRD 7777.68 MB

File Name	Run Options	Size	Modified	Attributes
LOST.DIR		0	7/3/2017 15:49:52	RW
android_secure		0	5/1/2017 10:09:08	RW
Android		0	4/6/2018 6:42:06	RW
8572_OESUTNTable.dat		181055576	5/12/2019 6:57:00	RW
g80S		0	18/12/2016 21:10:08	RW
DCIM		0	5/1/2017 22:59:04	RW
Firm		0	31/10/2019 22:52:52	RW

Figura 28.- Acceso al archivo de Datos en el Datalogger OES-UTN

El formato .DAT es del tipo propietario de CSI, y puede convertirse en una Tabla de Datos ASCII (TOA5) legible en una planilla de cálculo llevándolo primero a ese formato, utilizando el utilitario gratuito Card Convert dentro del software PC200W de descarga libre en el sitio Web de Campbell Scientific [10]. Una vez descargado e instalado dicho software, acceder al ítem Tools -> Card Convert, como se muestra en la Figura 29.

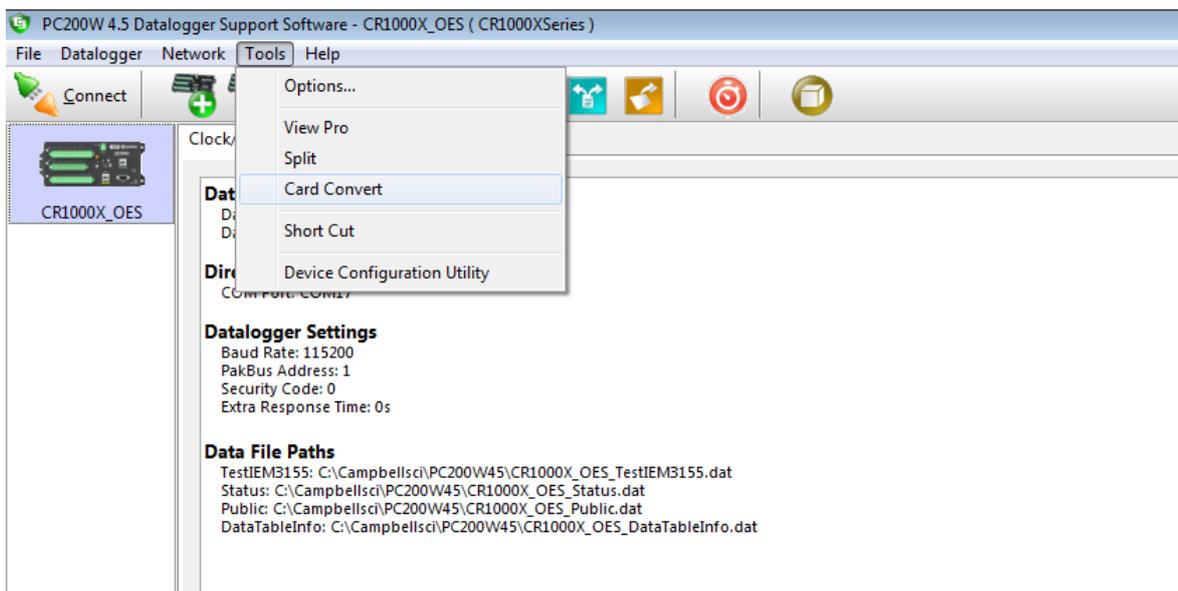


Figura 29.- Software PC200W de Campbell Scientific, acceso al utilitario Card Convert.

En la Figura 30 se muestra el uso de Card Convert. La salida en general será también en formato .DAT pero ya en una Tabla de Datos ASCII (TOA5) legible en un editor de texto (Figura 31), pero además con la posibilidad de importar sus valores utilizando la opción “Datos” en una planilla de cálculo convencional.

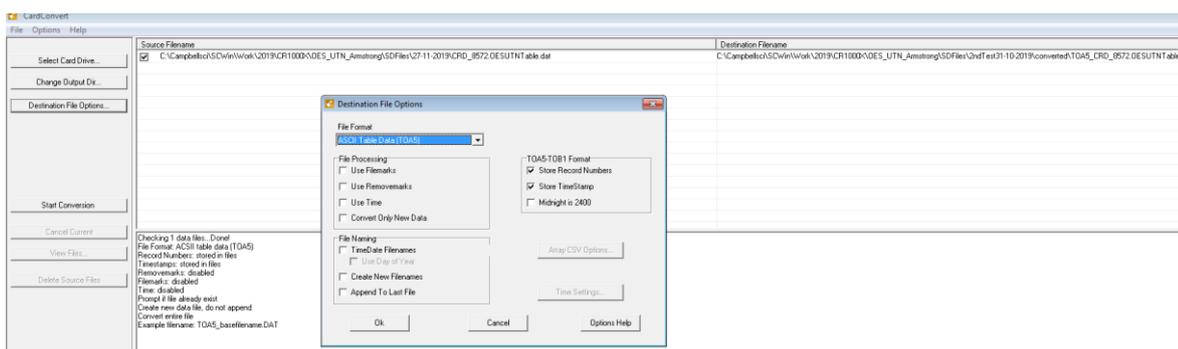


Figura 30.- Uso del utilitario Card Convert para convertir a tabla ASCII TOA5 legible desde Excel.

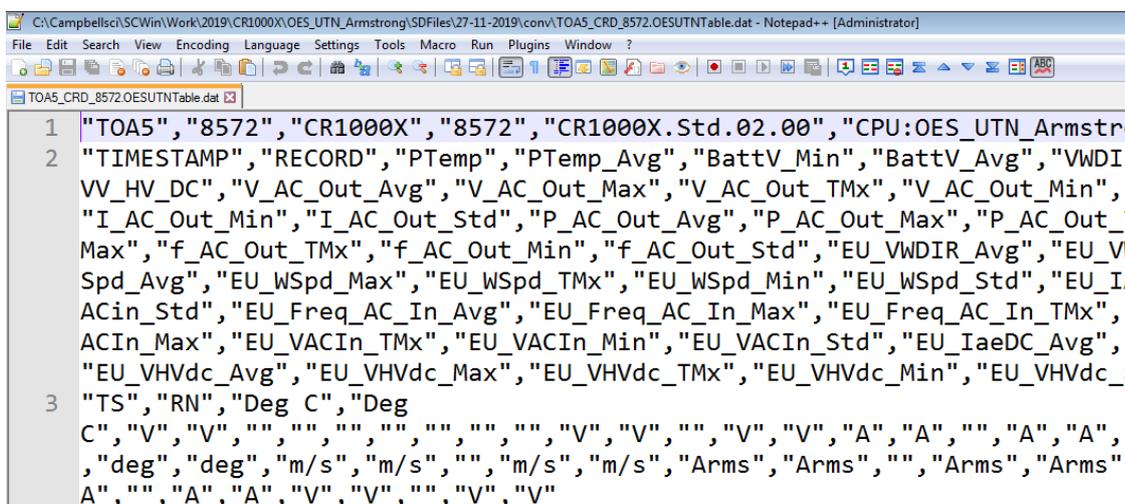


Figura 31.- Salida TOA5_CRD_8572.OESUTNTable.dat generada con utilitario Card Convert en ASCII TOA5 legible desde un editor de texto e importable desde Excel.

Dentro de Excel (se muestra como ejemplo, Figura 32) u otras planillas de cálculo es posible importar dichos datos a una planilla y realizar un procesamiento más detallado de los mismos, utilizando el asistente para importar texto, desde “Obtener Datos Externos -> Desde Texto”, y tomando como fuente el archivo TOA5_CRD_8572.OESUTNTable.dat. En el menú de importación, hay que seleccionar como delimitadores la tabulación y la coma, y luego iniciar la importación desde una celda que resulte conveniente (por ejemplo \$B\$2 en la Figura 32).

El resultado típico se muestra en la Figura 33, y una vez incorporado en una planilla convencional de datos resulta directa la realización de gráficos de las columnas requeridas, u operaciones entre columnas como puede ser la multiplicación de los datos de tensión y corriente para obtener potencia.

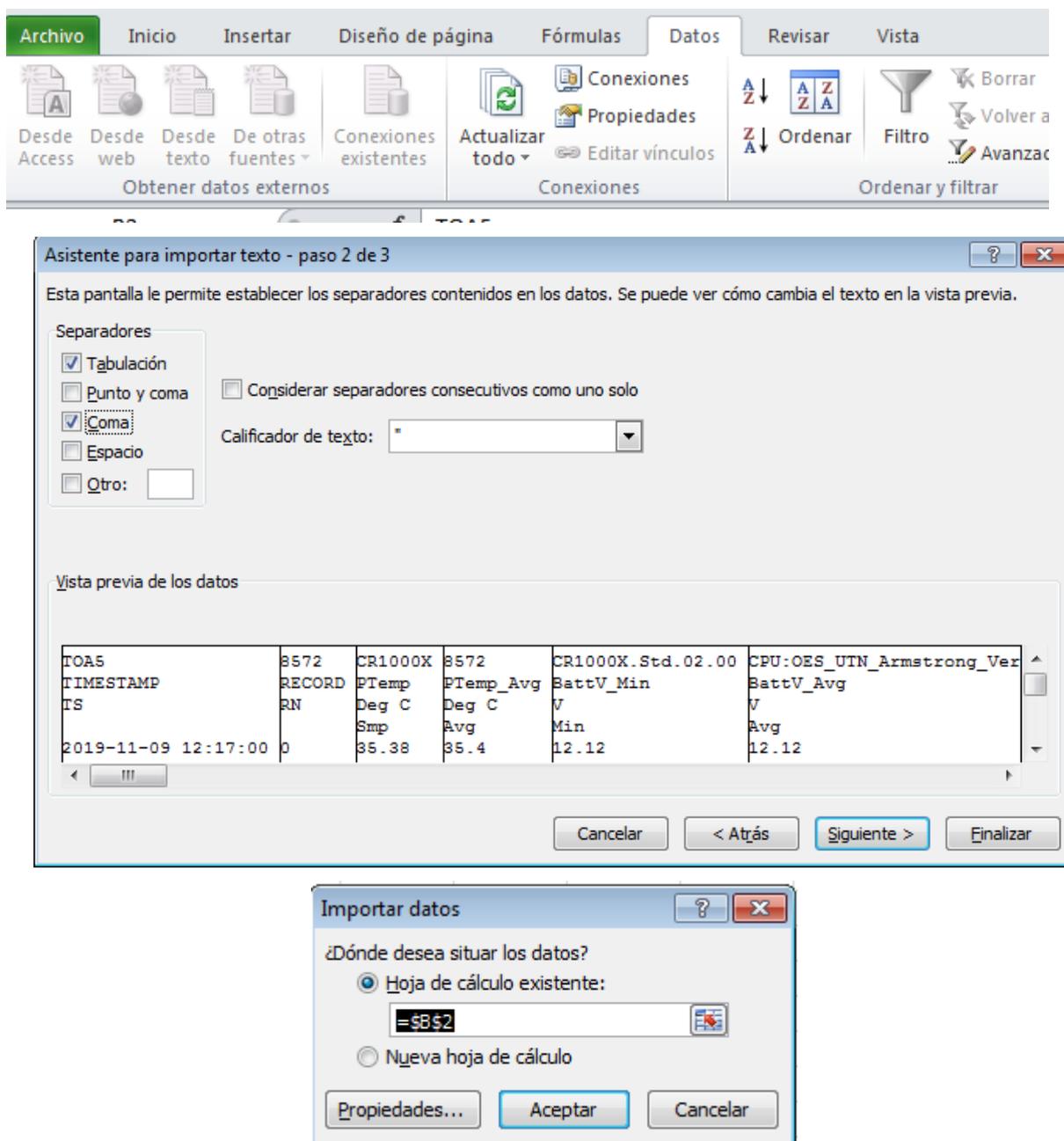


Figura 32.- Pasos típicos de importación de datos, en este ejemplo para TOA5_CRD_8572.OESUTNTable.dat, con asistente de importación Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
1																	
2		TOA5	8572	CR1000X		8572	CR1000X.Std.02.00		CPU:OES_UTN_Armstrong_Version1G.CR1X	15506	OESUTNTable						
3		TIMESTAMP	RECORD	PTemp	PTemp	BattV_Avg	BattV_Min		BattV_Avg	VWDIR	Frec_NRG	VIAC_In	VFreq_AC_In	VV_AC_In	Vlae_DC	VV_HV_DC	V_AC_Out_Avg
4		TS	RN	Deg C	Deg C	V	V		V								V
5			Smp	Avg	Avg	Min	Avg		Smp	Smp	Smp	Smp	Smp	Smp	Smp	Smp	Avg
6		09/11/2019 12:17	0	35.38	35.4	12.12	12.12		12.12	-8.36	0	-66.45	-0.257	-42.01	973	1000	0
7		09/11/2019 12:30	1	34.27	34.32	12.15	12.15		12.16	-8.27	0	-52.32	-0.249	-39.51	974	999	0
8		09/11/2019 12:43	2	33.43	33.44	12.07	12.07		12.07	-10.27	0	-56.81	-0.253	-44.57	970	1000	0
9		09/11/2019 12:56	3	32.86	32.86	11.98	11.98		12	-11.73	0	-66.7	-0.256	-49.14	966	1000	0
10		09/11/2019 16:49	4	39.89	39.88	11.76	11.76		11.76	-11.14	0	-12.33	-0.27	-24.66	943	1031	0
11		09/11/2019 17:02	5	39.62	39.63	11.97	11.97		11.97	-5.247	0	-22.83	-0.238	-29.22	964	1020	0
12		09/11/2019 17:15	6	39.12	39.07	11.96	11.96		11.96	2965	0	354	-0.102	353.8	963	999	0
13		09/11/2019 17:28	7	41.6	41.56	11.95	11.95		11.95	2639	0	347.7	-0.101	347.9	963	998	0
14		09/11/2019 17:41	8	43.4	43.35	11.94	11.94		11.94	2983	0	346.2	-0.104	345.5	963	998	0
15		09/11/2019 17:54	9	44.43	44.4	11.94	11.94		11.94	3007	2.154	344.1	-0.103	342.6	963	998	0
16		09/11/2019 18:07	10	44.78	44.79	11.97	11.97		11.97	2894	2.385	344	-0.105	341.5	965	999	0
17		09/11/2019 18:20	11	44.44	44.44	11.93	11.93		11.95	2797	2.462	344.9	-0.101	342.4	962	998	0
18		09/11/2019 18:23	12	44.44	44.44	11.89	11.89		11.89	2866	2	344.8	-0.105	342.7	960	998	NAN
19		09/11/2019 18:24	13	44.31	44.39	11.69	11.69		11.86	2840	4	-2.153	-1.244	44.51	941	1052	223.1
20		09/11/2019 18:25	14	44.06	44.18	11.7	11.7		11.72	2988	4	8.93	138.4	678.5	948	1673	223.7
21		09/11/2019 18:26	15	43.81	43.94	11.71	11.71		11.72	2895	4	180.1	67.57	455.5	1171	1427	222.9
22		09/11/2019 18:27	16	43.49	43.65	11.71	11.71		11.72	3033	4	184.2	56.88	418.4	1173	1390	222.8
23		09/11/2019 18:28	17	43.11	43.3	11.71	11.71		11.72	2676	1	71.01	38.7	399.4	1063	1377	222.9
24		09/11/2019 18:29	18	42.73	42.91	11.71	11.71		11.73	2962	1	-1.008	24.02	376.8	943	1374	222.3
25		09/11/2019 18:30	19	42.49	42.59	11.71	11.71		11.73	2955	0	60.49	35.84	401.5	1046	1378	222.1
26		09/11/2019 18:31	20	42.33	42.4	11.7	11.7		11.73	2998	1	-1.789	18.7	357.3	943	1354	222.5
27		09/11/2019 18:32	21	42.22	42.26	11.72	11.72		11.73	2970	0	-0.944	9.05	338.1	944	1333	223.3
28		09/11/2019 18:33	22	42.21	42.21	11.73	11.73		11.89	2722	1	-1.477	12.85	343.7	967	1341	223.6
29		09/11/2019 18:34	23	42.23	42.22	12	12		12	3048	5	235.1	123.6	585.3	1229	1549	224.1
30		09/11/2019 18:35	24	42.23	42.22	12	12		12.01	3268	1	-2.567	-1.922	0.777	968	1096	224.4
31		09/11/2019 18:36	25	42.27	42.25	12.01	12.01		12.02	2941	2	-2.605	-2.332	39.79	968	1140	223.9
32		09/11/2019 18:37	26	42.32	42.29	12.02	12.02		12.02	3175	3	63.7	37	397.5	1059	1378	224
33		09/11/2019 18:38	27	42.37	42.34	12.02	12.02		12.02	2867	3	181.6	53.98	409.4	1173	1379	224.4
34		09/11/2019 18:39	28	42.43	42.4	12.02	12.02		12.03	2964	2	178.9	62.33	436.7	1171	1411	223.7
35		09/11/2019 18:40	29	42.5	42.47	12.02	12.02		12.03	2966	6	399.1	159.9	652	1395	1606	224
36		09/11/2019 18:41	30	42.53	42.53	12.02	12.02		12.03	3060	2	177.9	66.14	462.2	1169	1436	224.5
37		09/11/2019 18:42	31	42.53	42.53	12.02	12.02		12.02	3028	4	171.8	93.4	524.7	1163	1493	224.7
38		09/11/2019 18:43	32	42.47	42.5	12.02	12.02		12.02	2935	3	95.3	41.37	403.2	1088	1377	224.4
39		09/11/2019 18:44	33	42.39	42.43	12.02	12.02		12.02	2924	4	170	107.4	560.8	1161	1529	224.1
40		09/11/2019 18:45	34	42.28	42.33	12.03	12.03		12.03	3055	3	170.5	97.7	545.6	1161	1517	223.4
41		09/11/2019 18:46	35	42.08	42.18	12.03	12.03		12.03	3046	3	109.7	39.41	400.5	1093	1381	223.8

Figura 33.- Resultado inicial de importación de datos, TOA5_CRD_8572.OESUTNTable.dat

En la Figura 34 se aprecian los datos de intensidad de viento, promedios de 1 minuto. En la Figura 35 los datos de temperatura interior, hasta el 27.11.2019.

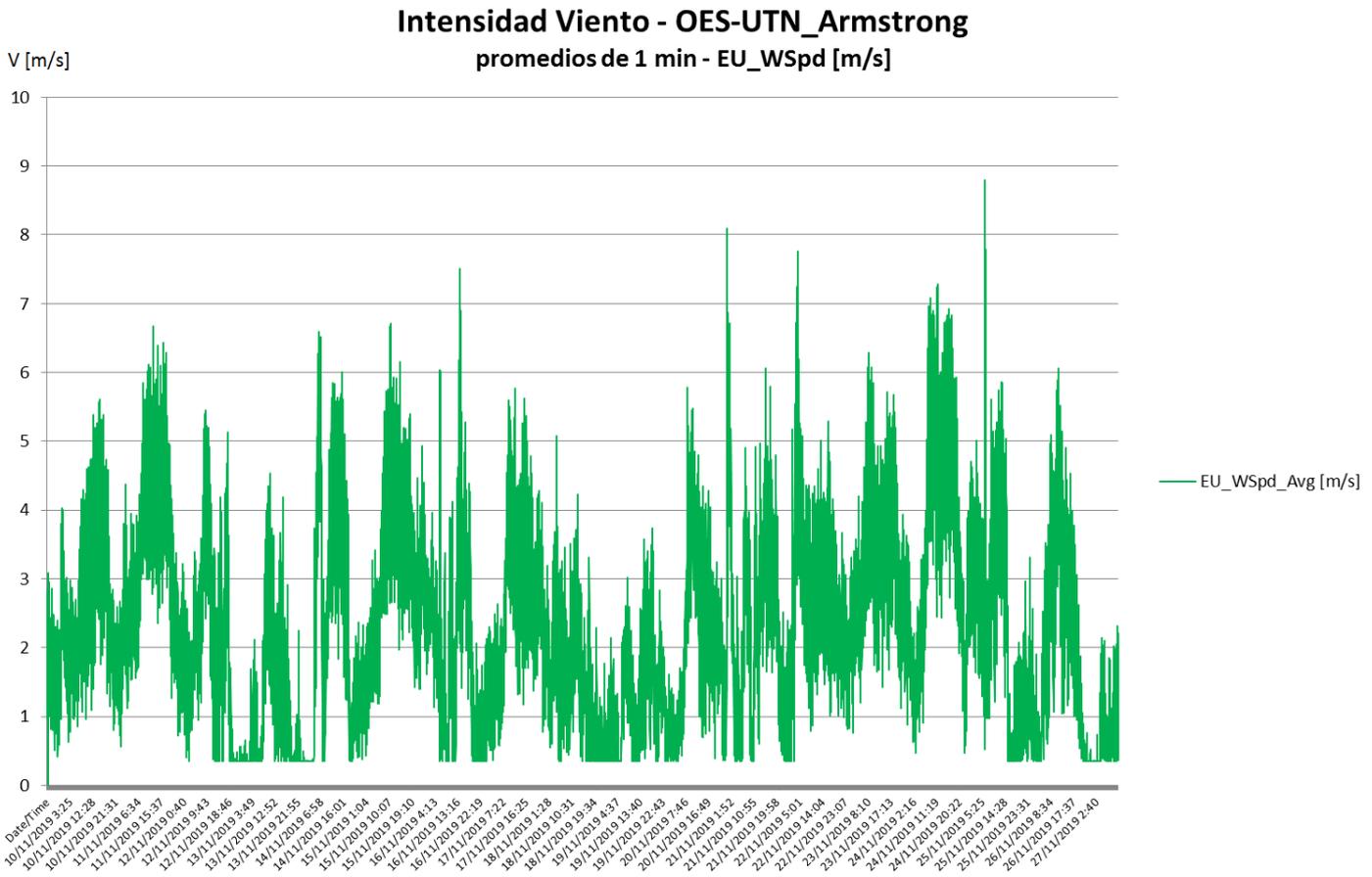


Figura 34.- Aspecto de los datos exportados de viento, promedios de 1 minuto, hasta el 27-11-2019

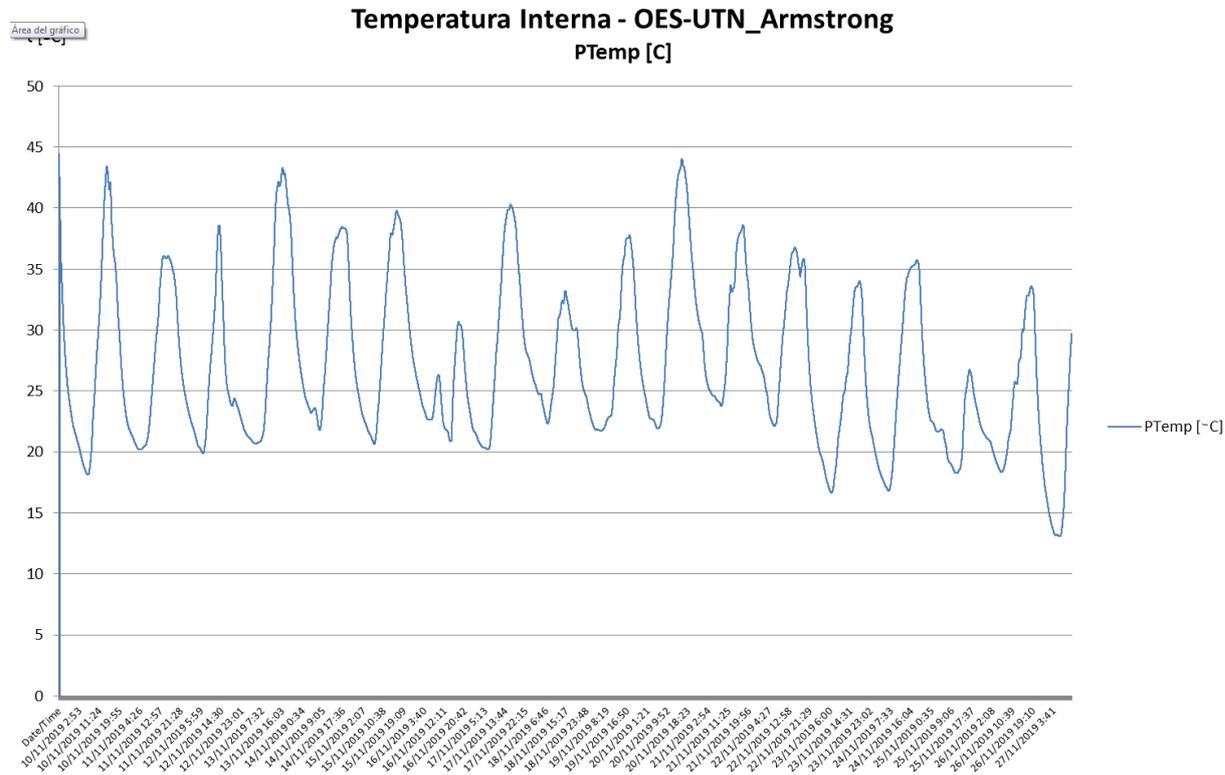


Figura 35.- Aspecto de los datos exportados de temperatura interior, promedios de 1 minuto

Como se indicó previamente, el post procesamiento permite realizar operaciones entre datos de columnas, por ejemplo el producto de EU_VHDC y EU_Idc resulta la potencia P_DC en corriente continua, y el producto $PAC_In = \sqrt{3} * VAC_In * IAC_In$ resulta aproximadamente igual a la potencia aparente entregada por el generador, con el agregado de una potencia de armónicos debido a la presencia del rectificador-regulador. En la Figura 36 se muestra la gráfica de la potencia de continua P_DC.

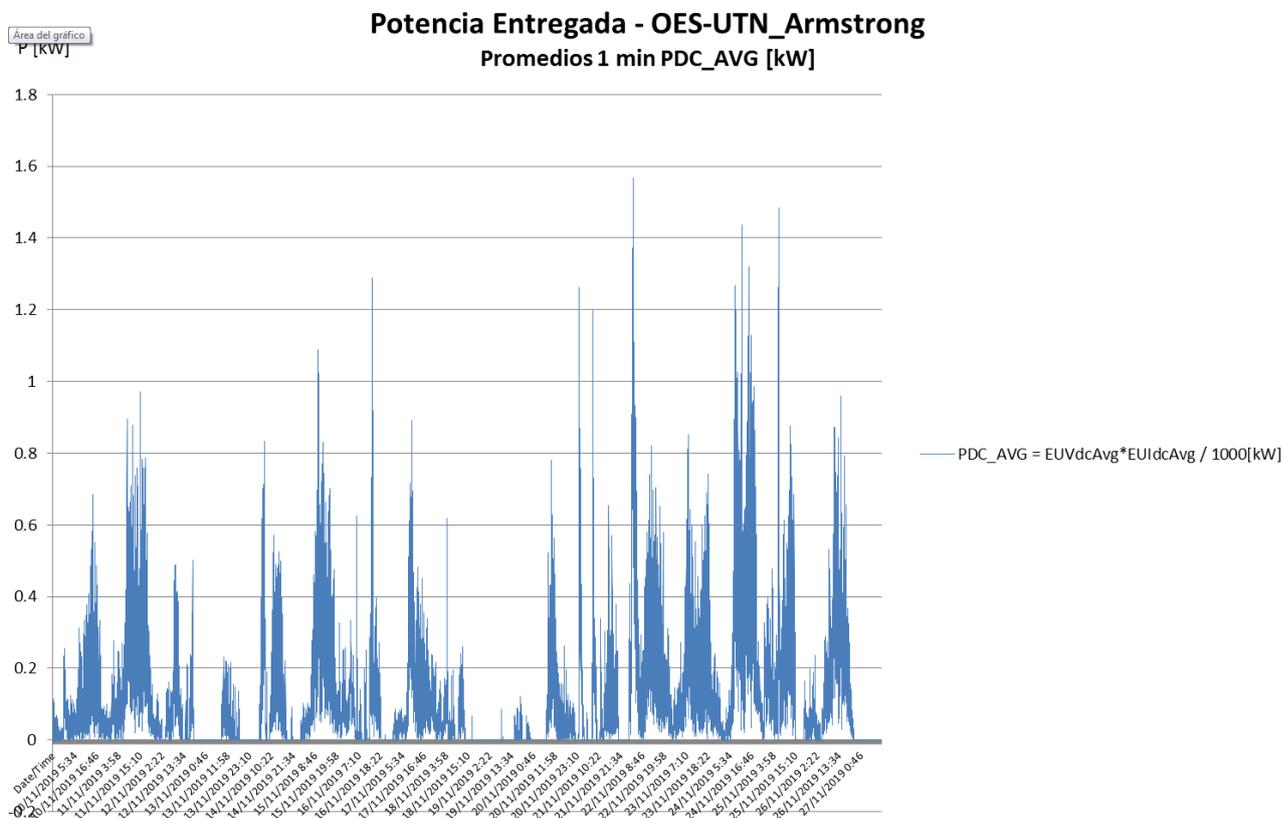


Figura 36.- Potencia P_DC producto de tensión y corriente continua a la entrada del inversor ABB, promedios de 1 minuto.

En la Figura 37 se reúnen las potencias de los tres componentes (entrada AC variable, continua y módulo de Potencia de salida AC a red) en un único gráfico, para un período más reducido del 20 al 23/11. En la Figura 38 se muestra además el cociente entre el valor aproximado PAC_In y la potencia P_DC en corriente continua.

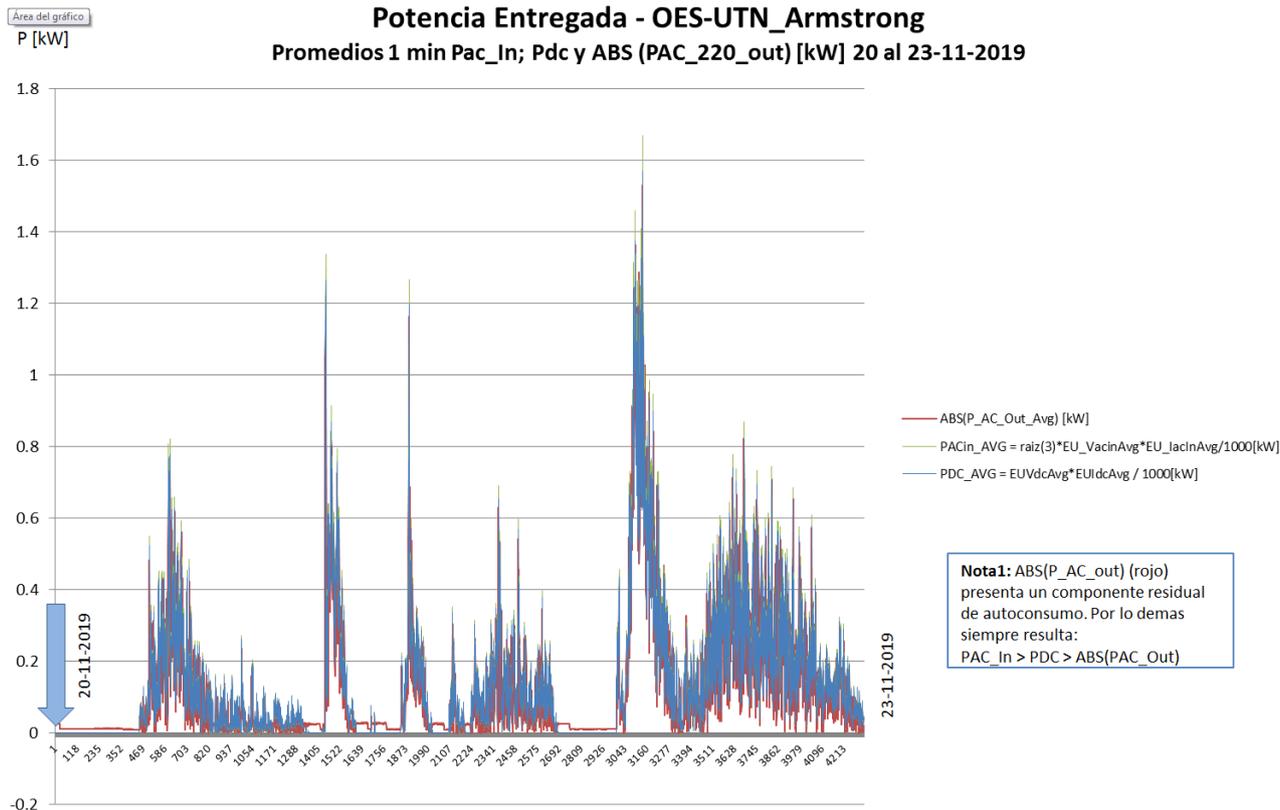


Figura 37.- Potencias comparadas PAC_in, P_DC y valor absoluto del P_AC_out, promedios de 1 minuto en período reducido del 20 al 23.11.2019.

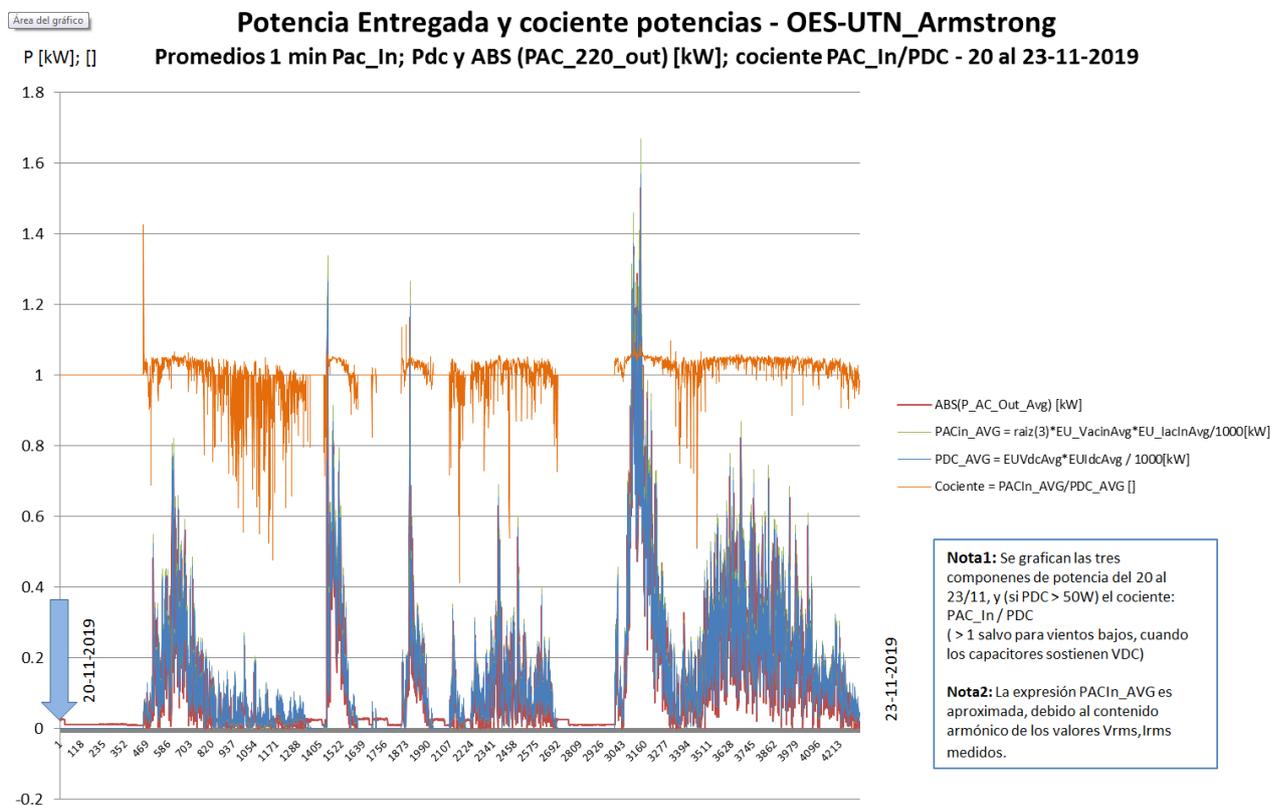


Figura 38.- Potencias comparadas PAC_in, P_DC y valor absoluto del P_AC_out, promedios de 1 minuto con agregado de cociente PAC_In/P_DC - en período reducido del 20 al 23.11.2019.

VI) Referencias

- [1] Observatorio de Energía y Sustentabilidad / OES-UTN FRRo - <http://www.oesutnrosario.org>
- [2] Cooperativa Eléctrica de Armstrong (CELAR) <http://www.celar.com.ar/>
- [3] Generador eólico Wintec 1500 – Electromecánica Bottino Hnos.:
<http://www.ebhsa.com.ar/energia-renovable/los-cuatro-elementos/aerogenerador-wintec-1500>
- [4] LyR Ing. (2019) <http://www.lyringenieria.com.ar/language/es/>
- [5] Provener SRL <http://www.provener.com>
- [6] Ohio Semitronics <https://www.ohiosemitronics.com/>
- [7] YHDC DeChang <http://en.yhdc.com/>
- [8] Schneider Electric iEM3155 <https://www.se.com/ar/es/download/document/NHA15789/>
- [9] Thingsboard <https://thingsboard.io/>
- [10] Programa PC200W – Descarga gratuita: <https://www.campbellsci.com/downloads/pc200w>