INFORME DE ENSAYOS

COMPARATIVO DE

CONECTORES FV para aplicaciones DC

Fab. / Marca **Tipo:** **Ref. Modelos** *(macho / hembra)* **:**	**Eastech Solar / Eastech** **ST4** **ST4M12B / ST4F12B**
Fab. / Marca **Tipo / Modelos** ***Ref.*** *(macho / hembra)* **:**	**STÄUBLI** **MC4 – Evo 2** **PV-KBT4-EVO 2/…-UR / PV-KST4-EVO 2/…-UR** **175-0091 / 175-0092**

Solicitante & fabricante.: EASTECH ELECTRIC, S.A.U.
C/. Vereda de los Barros, 47-A *(Pol. Ind. Ventorro del Cano)*
28925 ALCORCÓN (Madrid)

Fecha de los ensayos....: 2023 / 02 / 06 al 2023 / 02 / 09
Lugar de las Pruebas ....: Laboratorio de Ensayos de SGS TECNOS, S.A.U.
Dirección.....: C/ Trespaderne, 29
28042 - MADRID

This document is issued by the Company under its General Conditions of service accessible at
http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm
Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents.
Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.
Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested as received. Information of derived or extension models of the range as provided by the applicant, (if any), is included in this report only for informative purposes.
The Company SGS shall not be liable for any incorrect results arising from unclear, erroneous, incomplete, misleading, or false information provided by Client.
This document cannot be reproduced except in full, without prior approval of the Company.

ÍNDICE

1.-ANTECEDENTES, ALCANCE Y OBJETO

2.-DOCUMENTOS DE REFERENCIA

3.-MUESTRA ENSAYADA

4.-EQUIPOS DE ENSAYO UTILIZADOS

5.-DESCRIPCIÓN DE PRUEBAS / ENSAYOS

6.- RESULTADO DE VERIFICACIONES Y ENSAYOS

7.- SUMARIO DE RESULTADOS y CONCLUSIONES

ANEXO I: INFORMACIÓN, CATALOGO, DATA SHEET de MUESTRAS.

ANEXO II: DETALLES FOTOGRÁFICOS DE ENSAYO

1.- ANTECEDENTES, ALCANCE, OBJETO Y NORMA DE REFERENCIA.

El departamento I.A.T. Del Grupo SGS (Delegación de Córdoba), solicita al laboratorio eléctrico de SGS Tecnos, S.A.U. para Eastech Electric, S.A.U. unos ensayos comparativos entre conectores FV para aplicación DC. Comprobaciones específicas de resistencia de contacto, ensayos de conexión / desconexión, tracción, torsión y calentamiento.

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, SGS Tecnos, S.A.U., realiza y analiza las pruebas correspondientes los días 06 al 09 de febrero 2023, en las instalaciones de su laboratorio situados en Madrid.

El alcance y los resultados obtenidos se refieren únicamente a la muestra sometida a ensayo objeto del presente informe.

El objetivo de este trabajo es comprobar que las pruebas funcionales están dentro de las especificaciones aplicadas tomando como referencia los documentos del apartado siguiente.

2.- DOCUMENTOS DE REFERENCIA

La documentación de referencia en base a la que se determinan los ensayos realizados es la que se indica a continuación:

Norma Internacional / Europea (UNE-EN):

IEC / UNE-EN 62852 *"Conectores para aplicaciones de corriente continua en sistemas fotovoltaicos. Requisitos de seguridad y ensayos".*

IEC / UNE-EN 60512-5-1 *"Conectores para equipos electrónicos. Ensayos y mediciones".*

Parte 5-1: *"Ensayos de corriente limite".* **Ensayo 5a:** *"calentamiento"*

- ***Indicaciones / requisitos de pruebas particulares especificados por el solicitante:***

  Ensayos resistencia de contacto, conexión / desconexión, tracción, torsión y calentamiento, según características y condiciones aplicables de los elementos bajo prueba. Véase descripción en el punto 5 de este Informe.

Datos de Catálogo de distribuidor / fabricante:

- ***CATALOGO DE CONECTORES SOLARES de EASTECH SOLAR***

- ***Catálogo Description report de STÄUBLI***

  " MC4 & MC4-Evo 2 for low-voltage DC applications up to 100 A"

3.- MUESTRA ENSAYADA

Tabla resumen de datos disponibles de muestra.

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	
FECHA RECEPCION:	03 / 02 / 2023 (Reg. Interno de entrada nº 23-02-013)
MUESTRA RECIBIDA Y DESCRIPCIÓN:	- 1 conector FV macho EASTECH / ST4 con un cable engarzado de 4 mm^2 de espesor y longitud aproximada de 50 cm. - 1 conector FV hembra EASTECH / ST4 con un cable engarzado de 4 mm^2 de espesor y longitud aproximada de 50 cm. - 1 conector FV macho STÄUBLI / MC con un cable engarzado de 4 mm^2 de espesor y longitud aproximada de 50 cm. - 1 conector FV hembra STÄUBLI / MC con un cable engarzado de 4 mm^2 de espesor y longitud aproximada de 50 cm. Adicionalmente se reciben dos cables 4 mm^2 de espesor y de 50 cm de longitud, 2 herramientas de desmontaje de los conectores, 9 conectores macho EASTECH , 9 conectores hembra EASTECH , 8 conectores machos STÄUBLI y 8 conectores hembra STÄUBLI
	Detalles de Conectores ***(Ver detalles adicionales en Anexo II)***
	EASTECH / **STAÜBLI**
FABRICANTE / Marcado muestra : Eastech / EASTECH ST4	
FABRICANTE: STÄUBLI **Marcado muestra / Ref. embalaje : EMI22** *(macho),* **EMI13** *(hembra)* ***II*** **175.0091, 175.0092** *(hembra)*	
Nº Lote / SERIE:	- -
OBSERVACIONES:	*Detalle vista general muestra recibida sin etiquetado* **Los cables de sección 4 mm^2** (color negro) están **marcados con las siguientes indicaciones.** ***TOP CABLE 5 TOPSOLAR PV C H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kVdc 1X4 mm2 EN 50618 TÜV R-60113828 // 62930 IEC 131 HALOGEN FREEE LOW SMOKE // PV1000-F UTE C 32-502 // DEP TC054 Cca-s1b,d2,a1 MADE IN SPAIN 2626*** *En el Anexo II se presentan más detalles adicionales fotográficos de las muestras verificadas.*

4.- EQUIPOS de MEDIDA UTILIZADOS

Los equipos de medida y ensayo utilizados para las pruebas en laboratorio son los indicados en la tabla siguiente:

CODIGO	EQUIPO	MARCA/MODELO	Fecha Calibración
DIE 010128	Registrador Temperatura	YOKOGAWA / MV2030	04/10/2022 a 04/10/2023
DIE 210061	Cronómetro	STOP WATCH RS PRO / 1347544/147	28/06/2022 a 28/06/2023
DIE 510051	Multímetro Pinza Amp. AC/DC	HIOKI / 3285	30/06/2022 a 30/06/2023
DIE 560030	Polímetro digital	FLUKE / 289	12/09/2022 a 12/09/2023
DIE 850285	Medidor Temp & HR	TESTO / 175-H2	15/12/2021 a 15/03/2023
DIE 580040	Comprobador de Seguridad	CHAUVIN AR. / C.A 6160	11/03/2022 a 11/03/2023
DIE 540023	Puente de Medida LCR	RS PRO / LCR-6002	13/01/2023 a 13/07/2023
DIE 310006	Torcometro	TOHNICHI / 12RTD-N	13/10/2022 a 13/02/2024
Otros Equipos auxiliares: Fuente de Alimentación Corriente Continua “Agilent / 6680A” (0-900A)			

5.-DESCRIPCIÓN DE PRUEBAS / ENSAYOS.

Antes del inicio de los ensayos las muestras son acondicionadas durante al menos 24 h en un ambiente con temperatura de 22 ± 2 ºC y una humedad relativa de 40 ± 10%. Las pruebas son realizadas en esas condiciones ambientales, excepto la prueba de calentamiento.

En base a los requisitos del solicitante deben ser realizadas las verificaciones y medidas sobre los conectores FV que se describen a continuación.

5.1 – RESISTENCIA DE CONTACTO:

Se realiza en las siguientes combinaciones de conexiones para su comparación y evaluación por parte del solicitante

IDENTIFICACION COMBINACION	COMBINACION		
	Conector / Tipo	MACHO	HEMBRA
A	EASTECH	ST4M 12B	ST4F 12B
B	STAÜBLI	MC4-Evo2	MC4-Evo2
C	MIXTA 1	ST4M 12B	MC4-Evo2
D	MIXTA 2	MC4-Evo2	ST4F 12B

5.2 – ENSAYOS MECANICOS:

A Ensayo de conexión / desconexión conectores (50 veces)

B Ensayo de tracción a las 4 combinaciones (50 veces).

C Ensayo de torsión a las 4 combinaciones (50 veces).

(Ensayos según normas de referencia del punto 2)

5..3 – ENSAYO CALENTAMIENTO:

Ensayo de calentamiento con una corriente de 30 ADC a una temperatura ambiente de 30 ºC.

(valores seleccionados en base a norma y datos homogéneos de catálogo de temperatura y corriente, véanse las páginas 3 y 6 del Anexo I)

6.- RESULTADO DE VERIFICACIONES Y ENSAYOS

6.1 –RESISTENCIA DE CONTACTO:

A nivel informativo para el solicitante y **como comprobación previa antes de los ensayos**, se seleccionan unas muestras recibidas para verificar la resistencia de contacto de los terminales desnudos de los conectores sin engastar en cada una de las cuatro combinaciones de terminales.
(ver detalles de la disposición en la página 5 del anexo II).

Los datos obtenidos para su valoración son evaluados contra el dato declarado en catálogo por el fabricante.

COMBINACIÓN	Medida RDC con Puente RLC (mΩ)	Dato catálogo (mΩ)	Valoración de resultado
A	**0,250**	≤ 0,5	**CORRECTO** de acuerdo con el dato especificado en catálogo *(pag.3 de anexo I)*
B	**0,325**	≤ 0,35	**CORRECTO** de acuerdo con el dato especificado en catálogo *(pag.3 de anexo I)*
C	**0,260**	--	Datos aportados a nivel informativo para el solicitante, dado que no se dispone de referencia límite / criterio de aceptación en las combinaciones mixtas C y D. No obstante, a la vista de los resultados comparados con las combinaciones A y B, Los resultados se consideran aceptables y CORECTOS.
D	**0,310**	--	

Posteriormente son realizadas las medidas de resistencia de contacto de las posibles combinaciones de conectores (según indicado en 5.1). Se realiza en las muestras con cable engarzado de 4 mm2 con una longitud aproximada de 50 cm.

Las medidas se realizan con dos métodos de prueba:

1. Mediante puente RLC (medida DCR) y adicionalmente
2. Por método voltamperimétrico con una corriente de 10 A.

NOTA: En estas medidas entre extremos de cable, se descuenta la resistencia del mismo, comprobada con los cables sueltos recibidos y calculada teóricamente en función de la longitud, sección y resistividad del cobre. ***Valor medio obtenido 4,3 mΩ.***
Debe ser considerado en estas mediciones, que adicionalmente a la resistencia de contacto de los conectores macho-hembra (junto a su longitud), se añaden las resistencias de contacto de los 2 engastes que se realizan entre cable-conector macho y cable-conector hembra. Por lo que para una estimación comparada con el dato de catálogo los valores obtenidos y corregidos ***se presentan con los datos de resistencia conector macho-hembra y el valor mitad para estimar la resistencia de cada elemento.***

Las medidas son realizadas antes de los ensayos, tras los ensayos mecánicos de tracción / torsión y seguidamente a la finalización de los ensayos de calentamiento, ***(muestra en su estado final de régimen sin estabilizar hasta condición de temperatura ambiente),*** con el fin de obtener datos adicionales comparativos sobre su evolución y para su oportuna valoración.

Resultados: Los valores medidos se reflejan en la/s tabla/s de la página siguiente:

COMBINACIÓN	Resistencia Inicial (mΩ)		Resistencia tras ensayos mecánicos (mΩ)		Resistencia Final tras ensayo de calentamiento (mΩ)	
	Medida Puente RLC	Medida 10 A	Medida Puente RLC	Medida 10 A	Medida Puente RLC	Medida 10 A
Medidas de resistencia cable-conector macho y cable-conector hembra						
A	0,788	1,159	0,877	1,325	1,615	1,455
B	0,298	0,851	0,431	0,804	1,145	0,922
C	0,495	0,936	0,747	1,211	1,211	1,144
D	0,680	0,974	0,508	0,886	1,258	1,163
Valor mitad de medidas de resistencia anteriores (estimación de resistencia de cada elemento sin considerar resistencia de contacto de los dos engastes)						
A	0,394	0,579	0,439	0,662	0,808	0,727
B	0,149	0,425	0,216	0,402	0,573	0,461
C	0,248	0,468	0,374	0,606	0,606	0,572
D	0,340	0,487	0,254	0,443	0,629	0,581

Observaciones / comentarios:

En datos de catálogo, *(ver anexo I)*, se declaran unas referencias de resistencia de contacto de 0,5 mΩ, para los conectores EASTECH, y de 0,35mΩ para conectores STAÜBLI

A petición del solicitante, estas medidas se aportan a nivel comparativo para observar las variaciones, diferencias y comportamiento de cada una de las combinaciones seleccionadas.

Se observa en evaluación de medidas comparativas promedio lo que muestra la tabla siguiente:

IDENTIFICACION COMBINACION	COMBINACION			RESULTADO (mΩ)
	Conector / Tipo Comb.	MACHO	HEMBRA	
A	EASTECH	ST4M 12B	ST4F 12B	1,20 ± 0,42
B	STAÜBLI	MC4-Evo2	MC4-Evo2	0,74 ± 0,44
C	MIXTA 1	ST4M 12B	MC4-Evo2	0,96 ± 0,46
D	MIXTA 2	MC4-Evo2	ST4F 12B	0,91 ± 0,40

La evaluación de medidas promedio comparativas sin considerar engastes (valor mitad):

IDENTIFICACION COMBINACION	COMBINACION			RESULTADO (mΩ)
	Conector / Tipo Comb.	MACHO	HEMBRA	
A	EASTECH	ST4M 12B	ST4F 12B	0,60 ± 0,21
B	STAÜBLI	MC4-Evo2	MC4-Evo2	0,37 ± 0,22
C	MIXTA 1	ST4M 12B	MC4-Evo2	0,48 ± 0,23
D	MIXTA 2	MC4-Evo2	ST4F 12B	0,46 ± 0,20

- ***Se observa que las mayores medidas se presentan en las combinaciones donde interviene el conector MACHO ST4M 12B.***
- ***Las medidas de menor resistencia se presentan en las combinaciones de conectores STAÜBLI***

Dado que no se ha definido un criterio de aceptación, los datos anteriores se aportan a nivel informativo para el solicitante y su oportuna valoración.

Si bien se consideran aceptables todos los resultados obtenidos, dado que la máxima caída de tensión que pudiera ser observada en la conexión del terminal sería inferior a 50 mV.

6.2 – ENSAYOS MECÁNICOS:

A) Ensayo de durabilidad mecánica de Conexión / Desconexión:

En base a lo estipulado en la Norma EN 62852:2015, apdo. 5.11 relativo a durabilidad y resistencia mecánica, se realizan 50 ciclos / operaciones de conexión y desconexión de los conectores macho / hembra. En cada una de las combinaciones identificadas como **A**, **B**, **C** y **D.** Para la desconexión de los conectores se utiliza herramienta aportada por el cliente.

IDENTIFICACION COMBINACION	COMBINACION			RESULTADO
	Conector / Tipo Comb.	MACHO	HEMBRA	
A	EASTECH	ST4M 12B	ST4F 12B	PASA
B	STAÜBLI	MC4-Evo2	MC4-Evo2	PASA
C	MIXTA 1	ST4M 12B	MC4-Evo2	PASA
D	MIXTA 2	MC4-Evo2	ST4F 12B	PASA

Criterio de aceptación:

Se considera como resultado satisfactorio que los conectores no manifiesten ningún deterioro, deformaciones o fallos de conexión susceptibles de presentar un deficiente funcionamiento de conexión u operación para el que están diseñados estos dispositivos.

Observaciones / comentarios:

Tras examen visual y comprobaciones adicionales de estado tras el ensayo, no se observan ni evidencias ningún tipo de incumplimiento con los requisitos mecánicos que comprometan el funcionamiento normal en ninguna de las combinaciones ensayadas.

B) Ensayo de Tracción:

En base a lo estipulado en la Norma EN 62852:2015 + A1:2020, apdo. 5.14 relativo al anclaje del cable se realizan las pruebas que se describen a continuación.

En las muestras engarzadas con cable, se sujeta el conector y se carga el cable hasta alcanzar el valor requerido según diámetro / sección cable que se establece en tabla 13 de norma.
La carga / fuerza de tracción se aplica durante 1 segundo, 50 veces, sin sacudidas en la dirección del eje del conector.

Nota: *En el Anexo II se presentan detalles fotográficos de la disposición de ensayo.*

Los resultados obtenidos se indican en la siguiente tabla:

COMBINACIÓN	SECCIÓN DEL CABLE ENGARZADO	TIEMPO DE ENSAYO REQUERIDO Nº DE OPERACIONES	FUERZA DE ENSAYO REQUERIDA	RESULTADO
A	4 mm^2	1 segundo 50 veces	30 N	PASA
B				PASA
C				PASA
D				PASA

Criterio de aceptación:

Tras los ensayos, el desplazamiento del cable no debe exceder 2mm.

Observaciones / comentarios: Tras los ensayos realizados, mediante examen visual y medida, los desplazamientos de cable que se evidencian son inferiores a 0,5 mm en todos los casos/combinaciones verificadas.

C) Ensayo de Torsión:

En base a lo estipulado en la Norma EN 62852:2015 + A1:2020, apdo. 5.14 relativo al ensayo de requisitos de torsión del cable se realizan las pruebas que se describen a continuación.

En las muestras engarzadas con cable, se sujeta el conector y se aplica al cable un par de torsión del cable hasta alcanzar el valor requerido según diámetro / sección cable que se establece en tabla 14 de norma. La torsión / par de apriete se realiza durante 1 segundo, 50 veces.

Nota: En el Anexo II se presentan detalles fotográficos de la disposición de ensayo.

Los resultados obtenidos se indican en la siguiente tabla:

COMBINACIÓN	SECCIÓN DEL CABLE ENGARZADO	TIEMPO DE ENSAYO REQUERIDO Nº DE OPERACIONES	PAR DE ENSAYO REQUERIDO	RESULTADO
A	4 mm^2	1 segundo 50 veces	0,10 N.m	PASA
B				PASA
C				PASA
D				PASA

Criterio de aceptación:
Tras los ensayos, el desplazamiento de torsión del cable no debe exceder 45º.

Observaciones / comentarios:
Tras los ensayos realizados, se verifica que los desplazamientos angulares evidenciados de cable son inferiores a 15º en todos los casos/combinaciones verificadas.

NOTA: Tras la realización de los ensayos mecánicos se repiten los ensayos Resistencia de Contacto. **Ver pto. 6.1 del presente informe.**

Se observa en evaluación de medidas comparativas promedio lo siguiente:

IDENTIFICACION COMBINACION	COMBINACION			RESULTADO (mΩ)
	Conector / Tipo Comb.	MACHO	HEMBRA	
A	EASTECH	ST4M 12B	ST4F 12B	1,04 ± 0,29
B	STAÜBLI	MC4-Evo2	MC4-Evo2	0,60 ± 0,30
C	MIXTA 1	ST4M 12B	MC4-Evo2	0,85 ± 0,36
D	MIXTA 2	MC4-Evo2	ST4F 12B	0,76 ± 0,25

La evaluación de medidas promedio comparativas sin considerar engastes (valor mitad):

IDENTIFICACION COMBINACION	COMBINACION			RESULTADO (mΩ)
	Conector / Tipo Comb.	MACHO	HEMBRA	
A	EASTECH	ST4M 12B	ST4F 12B	0,52 ± 0,14
B	STAÜBLI	MC4-Evo2	MC4-Evo2	0,30 ± 0,15
C	MIXTA 1	ST4M 12B	MC4-Evo2	0,42 ± 0,18
D	MIXTA 2	MC4-Evo2	ST4F 12B	0,38 ± 0,13

- ***Se observa que las mayores medidas se presentan en las combinaciones donde interviene el conector MACHO ST4M 12B.***
- ***Las medidas de menor resistencia se presentan en las combinaciones de conectores*** STAÜBLI

6.3 – ENSAYO de CALENTAMIENTO:

Se realiza el ensayo en base a lo estipulado en las Normas EN 62852 (apdo. 6.3.4) y norma de ensayo EN 60512-5-1. Las pruebas se describen a continuación.
Previo al ensayo en carga, la muestra es acondicionada en un ambiente de 30 ± 2 ºC ***(*)***.
Una vez acondicionada, se realiza la prueba en carga con una corriente de 30 ADC ***(*)*** durante un periodo de 1 hora, *(tiempo estipulado por normas).*

(*).- *Valor determinado en base a indicaciones de norma y datos de catálogo STAÜBLI / MC4-Evo 2 (ver páginas 3 a 7 de anexo I)*

Se registra y verifica la máxima temperatura en las siguientes partes / puntos de medida:

1. la unión del cable con el conector macho.
2. en el conector macho
3. en la unión del conector macho con el conector hembra
4. en el conector hembra
5. y en la unión del cable con el conector hembra.

Nota: En el Anexo II se presentan detalles fotográficos de la disposición de ensayo.

Los resultados de temperaturas máximas obtenidos se muestran en la tabla siguiente:

ENSAYO CALENTAMIENTO CONDICIÓN DE ENSAYO: Corriente 30 ADC / Tª Ambiente 30 ºC / Tiempo 1 hora					
COMBINACIÓN	**(1) Cable Macho (ºC)**	**(2) Conector Macho (ºC)**	**(3) Unión Conector Macho/Hembra (ºC)**	**(4) Conector Hembra (ºC)**	**(5) Cable Hembra (ºC)**
A	45,0	38,1	46,1	42,5	42,5
B	39,1	34,5	40,5	36,9	39,1
C	44,2	37,7	43,7	38,3	41,5
D	40,5	35,9	43,3	40,8	42,6

Criterio de aceptación: Al final del período de ensayo las temperaturas alcanzadas no deben superar 65 ºC y los calentamientos no deben exceder 30 K (*t.medida - t.ambiente).*

RESULTADOS: PASAN todas las muestras combinaciones verificadas,
las temperaturas máximas observadas son inferiores a 47 ºC, con calentamientos menores a 17 K.

Observaciones / comentarios:

Datos a nivel comparativo y como información para el solicitante se indican a continuación.

IDENTIFICACION COMBINACION	COMBINACION			RESULTADO (ºC)	
	Conector / Tipo Comb.	MACHO	HEMBRA	Promedio	MAXIMO
A	EASTECH	ST4M 12B	ST4F 12B	42,8 ± 4,7	46,1
B	STAÜBLI	MC4-Evo2	MC4-Evo2	38,0 ± 3,5	40,5
C	MIXTA 1	ST4M 12B	MC4-Evo2	41,1 ± 3,4	44,2
D	MIXTA 2	MC4-Evo2	ST4F 12B	40,6 ± 4,7	43,3

- ***Se observa que las mayores medidas se presentan en las combinaciones donde interviene el conector MACHO ST4M 12B.***
- ***Las medidas de menor resistencia se presentan en las combinaciones de conectores*** STAÜBLI

7.-SUMARIO DE RESULTADOS y CONCLUSIONES

CONCLUSION GLOBAL :

Los resultados se consideran CORRECTOS y ACEPTABLES, dado que no se produce deterioro o malfuncionamiento de la muestra durante y al final del ensayo. Adicionalmente, se observan en todas las muestras y combinaciones analizadas **A**, **B**, **C** y **D** un comportamiento relativo homogéneo y sin diferencias significativas que evidencien una operación que comprometa el buen funcionamiento en cualquiera de las combinaciones de prueba que han sido verificadas.

TABLA SUMARIO:

ENSAYO	Comentario / Valoración
RESISTENCIA DE CONTACTO	**Tal y como se muestra en el punto 6.1, los 2 terminales de conexión** Eastech & STÄUBLI son conformes con la resistencia indicada en catálogo, al igual que las combinaciones mixtas. **En las medidas de los conectores engastados**, como resulta evidente, las resistencias aumentan, si bien los resultados finales obtenidos son considerados totalmente aceptables, presentado en todos los casos una **resistencia inferior a 1,6 mΩ** que, **comparando entre cada una de las combinaciones, las diferencias en todos los casos son menores a 0,35 mΩ.** **Si se considera el valor mitad** para descartar resistencia de engastes, comparativamente **se presenta en todos los casos una resistencia inferior a 0,8 mΩ, que comparando entre cada una de las combinaciones las diferencias son en todos los casos menores a 0,15 mΩ.** **RESULTADOS ACEPTABLES**
ENSAYOS MECÁNICOS	**RESULTADOS SATISFACTORIOS Y CORRECTOS** **No se manifiesta ninguna incidencia** **en ninguna de las combinaciones probadas.**
Ensayo de durabilidad mecánica de Conexión / Desconexión	
Ensayo de Tracción	
Ensayo de Torsión	
ENSAYO de CALENTAMIENTO	**RESULTADOS CORRECTOS. Todas las medidas se encuentran por debajo de límites aplicables.**

Y para que conste a petición del solicitante, se expide el presente en

Madrid, el 17 de febrero de 2023

Realizado por:	Comprobado y Aprobado por:
SGS Tecnos, S.A. Laboratorio de Ensayos E&E	
ANTONIO RUISÁNCHEZ LÓPEZ **Analista de Laboratorio**	**CARLOS CAMACHO DUQUE** **Director Técnico del Laboratorio E&E**

El presente Informe de 11 páginas y Anexos I a II, no deberá reproducirse parcialmente sin aprobación de SGS TECNOS.

ANEXO I:

INFORMACIÓN, CATALOGO, DATA SHEET de MUESTRAS ENSAYADAS.

CATÁLOGO DE CONECTORES SOLARES

EastechSolar
CLEAN TECHNOLOGIES

SOLAR CONNECTORS CATALOGUE

Índice / Index

Conectores solares tipo MC4 4/6mm
4/6 mm MC4 type solar connectors 3

Conectores solares tipo MC4 10mm
10mm MC4 type solar connectors 4

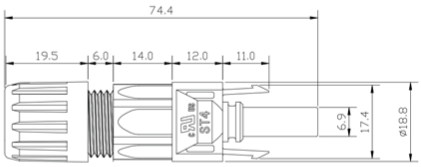
Conectores solares derivación "T"
Derivation `T´ solar connectors 5

Conectores solares con fusible
Fuse solar connectors 6

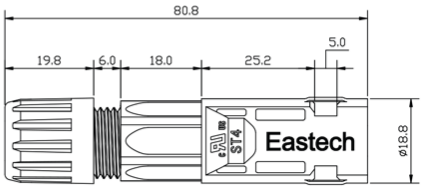
Latiguillos
Hoses 7

Accesorios
Accessories 8

Conectores Solares 1.500 VDC: 4mm/6mm *4mm/6mm 1.500 VDC Solar Connectors*	
Modelo *Model*	ST4M12B - ST4F12B
Voltaje *Voltage*	1.500 VDC
Corriente *Current*	30A
Temperatura de trabajo *Operating temperature*	-40ºC / 85ºC
IP	IP65/IP68 (1m,1h)
Clase de aplicación *Application class*	A
Sección de cable *Section of wire*	4 mm / 6 mm
Clase de seguridad *Safety class*	II
Inflamabilidad *Flame class*	UL94 - V0
Material aislante *Insulation material*	PPO/PC
Material aislante *Insulation material*	Cobre, estañado *Copper, sn plated*
Resistencia de contacto de los conectores *Contact resistence of plug connectors*	≤ 0.5mΩ
Voltaje de prueba *Test voltage*	6KV (50Hz, 1min)
Temperatura límite superior *Upper limiting temperature*	105ºC
Rango de cables *Cable range*	2,5 - 4 - 6 mm2



STM412B



STF412B

Embalaje de los conectores Solares 1.500 VDC: 4mm/6mm *4mm/6mm 1.500 VDC Solar Connectors Packaging*	
Dimensiones (caja de 100 parejas) *Dimensions (box of 100 pairs)*	30x20x15 cm
Peso (caja de 100 parejas) *Weight (box of 100 pairs)*	2,8 kg
Embalaje *Packaging*	1 pareja // 10 parejas // 100 parejas *1 pair // 10 pairs // 100 pairs*

Este conector **model year 2024** incorpora las siguientes novedades:

- Dispositivo de seguridad integrado.
- Certificación TÜV.
- Ensayos exhaustivos en laboratorios de SGS.

This connector **model year 2024** incorporates the following new features:

- Integrated safety device.
- TÜV certification.
- Exhaustive testing in SGS laboratories.

FAST MOVING TECHNOLOGY

STÄUBLI

FAST MOVING TECHNOLOGY

MC4 & MC4-Evo 2 for low-voltage DC applications up to 100 A

Stäubli Description Report

MC4		MC4-Evo 2	
Connector	Receptacle	Connector	Receptacle
PV-KBT4...	PV-ADBP4-S2...	PV-KBT4-EVO 2/...-UR	PV-ADB4-EVO 2
PV-KST4...	PV-ADSP4-S2...	PV-KST4-EVO 2/...-UR	PV-ADS4-EVO 2

1. Information on standards and certifications

MC4 & MC4-Evo 2 connectors and panel receptacles offer a cost-effective, high-quality solution for low voltage DC applications up to 1500 V, 100 A and 10 mm²/8 AWG cable.

This description report offers technical information for non-PV application of:

connectors:	ssembly instructions:
PV-KBT4/....	MA231
PV-KBT4-EVO 2/...	MA275
panel receptacles:	
PV-ADBP4-S2/...	MA273
PV-ADB4-EVO 2/...	MA285

The following information describes possible cable types on which the connectors might be used in low-voltage DC applications regarding cable stranding, diameter range and limiting temperatures. Further, current ratings with respect to ambient temperature (derating diagrams) are given. The products' assembly instructions (as listed above) are valid for non PV cables as well and have to be followed.

For general low-voltage DC applications the products fulfill the requirements of IEC 61984:2008 (Connectors – Safety requirements and tests).
Further, the technical performance of the connectors is TÜV certified according to IEC 62852:2014 (Connectors for DC-application in photovoltaic systems - Safety requirements and tests). At UL, the connectors are certified according to UL 6703:2014 (Standard for Connectors for Use in Photovoltaic Systems). This high-level PV certification outperforms the general industry level requirements of IEC 61984:2008, UL 1977 and is beyond most known general industry level standards (UL 2237, UL 2238, UL 486A/B, etc.). **These TÜV and UL certifications, however, are only valid when the respective PV cables are mounted.** Also the UR sign on the connectors is only valid for certified PV cables attached as described in the assembly instructions (MA231, MA275, MA273, MA285).

Summary:

- The connectors are suitable for use with other cable types in lieu of PV cables
- For the use in systems outside of photovoltaics, no PV-specific certification is applicable
- In this case connectors perform according to IEC 61984:2008 (Connectors - Safety requirements and tests).

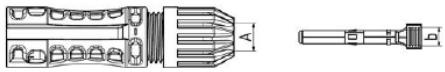
Content

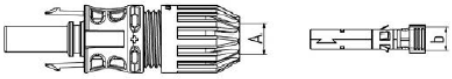
1. Information on standards and certification 3
2. Cable stranding possible to connect 4
3. Untinned copper strands 4
4. Cable insulation - outer diameter ranges 5
4.1 MC4 5
4.2 MC4-Evo 2 6
5. PVC cable applications 7
6. Rubber cable applications 8
6.1. 10 mm²/8 AWG 8
6.2. 2,5 mm², 4mm², 6 mm²/10-14 AWG 8
7. Maximum currents and temperatures- the derating diagram 9
8. Technical characteristics 12
9. Norms and standards 14

4.2 MC4-Evo 2

Selection of the connector type
Chose the isolation and connector type that is suitable for your application.

b: Control measure	Conductor cross section	A: ø range of the cable (mm)	
mm	mm² AWG	4.7-6.4	6.4-8.4
		Type	
~ 3	1.5-2.5 14	PV-K...T4-EVO 2/2,5I	PV-K...T4-EVO 2/2,5II
~ 5	4-6 12/10	PV-K...T4-EVO 2/6I	PV-K...T4-EVO 2/6II
~ 7.2	8 10		PV-K...T4-EVO 2/10II
		DI Maroon	DII Grey
		Usable seals	





5. PVC cable applications

For safety reasons Stäubli prohibits the use of PVC cables. Cables made from PVC can be connected to MC4-Evo 2 since the insulation material of the connector (Polyamide) is suitable to be connected to PVC. PVC cables usually have an upper limiting temperature of 70 °C, in fixed installations sometimes 80 °C.

PV-KBT4-EVO 2/...

PV-KST4-EVO 2/...

Example:
H07VK according to EN 50525-2-31:2011, Part 2-31:
Power cables for general applications - Conductor and wiring lines with thermoplastic PVC insulation.

Exemplary application areas of PVC cables:
- Control devices, e. g. machine tools
- Flow and assembly lines, conveyor systems, production lines
- Plant engineering, switchgear cabinet construction, control engineering
- Communication technology equipment, data processing
- Electrical engineering, installation and packaging technology
- Iron and steel production industry, chemical industry, textile
- Automotive industry, automation technology, press and mold construction
- Printing and paper machine construction
- Household appliances

6.2. 2,5 mm², 4mm², 6 mm²/10-14 AWG

2.5/4/6 mm² (10-14 AWG) rubber cable (usual upper limiting temperature: 90 °C) can be connected to MC4 or MC4-Evo 2. e. g. NSGAFÖU cable according to VDE 0250 T 602 with nominal voltage of at least U0/U: 1.8/3 kV (short circuit safe and earthing safe wiring up to 1000 V according to VDE 0100 T520 and VDE 0298 T 3) or H07RNF according to DIN EN 50525-2-21/VDE 0285-525-2-21:2012-01).

PV-KBT4-EVO2/...

PV-KST4-EVO2/...

7. Maximum currents and temperatures - the derating diagram

The derating diagram is valid for the

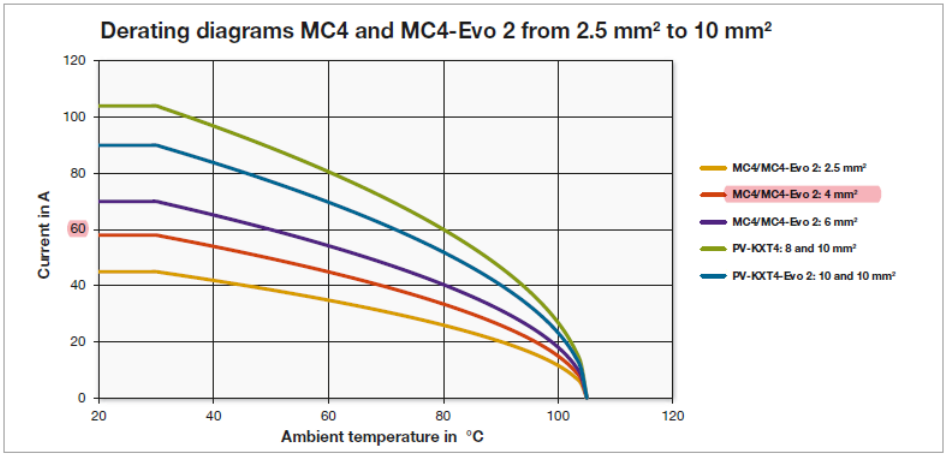
connectors:	assembly instructions
PV-KBT4/....	MA231
PV-KBT4-EVO 2/...	MA275

panel receptacles:	
PV-ADBP4-S2/...	MA273
PV-ADB4-EVO 2/...	MA285

The current capacity has been evaluated according to IEC 60512-5-2:2002 (with a derating factor of 0,9) and IEC 60364-5-52:2009.
The derating diagram specifies the maximum current at respective ambient temperatures. Operation of the connector is limited by a maximum component temperature (ambient temperature plus heating from current flow). This maximum admissible temperature is 105 °C inside of the connector.

Typical ambient temperatures in industrial applications are between 30 °C and 50 °C.

Beware: Hot surfaces of the connector and attached cables are possible (> 65 °C maximum temperature of touchable surfaces). Please note that in some switchgear applications the maximum temperature of touchable surfaces is limited to 65 °C (touchable/ susceptible to manipulation) according to IEC 60947-1 (Low-voltage switchgear and control gear - Part 1: General rules). Depending on the application, it has to be checked whether this requirement applies.



The derating diagram is valid for attached cables with 90 °C admissible temperature or higher. If cables with a temperature rating < 90 °C is used, the derating of the cable has to be considered.

Possible examples of cables:
- PVC cable: H07V-K 10 mm²: 70 °C
- Rubber cable: NSGAFÖU 1.8/3 kV 10 mm²: 90 °C
- PV cable: FLEX-SOL-EVO-DX 10 mm²: 120 °C

The current values of the diagram for 2.5 mm², 4mm² und 6mm² are shown in the following table:

Rated currents at respective ambient temperatures for MC4 and MC4-EVO 2			
Ambient temperature	cable cross section		
	2.5 mm²	4 mm²	6 mm²
30 °C	42	55	70
40 °C	39	51	65
50 °C	36	47	60
60 °C	32	43	54

The following table shows rated currents with respect to cross sections and cable types:

Maximum admissible current in Ampere for T_{AMB} = 30 °C for 2.5 mm² to 10 mm²				
Max admissible temperature of attached cable	70 °C cable		90 °C cable or higher	
Connector	MC4	MC4-Evo 2	MC4	MC4-Evo 2
2.5 mm²/14 AWG	32 A		42 A	
4.0 mm²/12 AWG	42 A		55 A	
6.0 mm²/10 AWG	54 A		70 A	
10 mm²/8 AWG	85 A*	80 A	104 A*	90 A

* 8II-UR version for 10 mm²/8 AWG: measured derating, smaller diameters calculated according to IEC 60364-5-52:2009

STAÜBLI / MC4-Evo 2

The following tables display the rated currents for MC4 and for MC4-Evo 2 for the largest possible cable -10 mm²/ 8 AWG- at different temperatures with respect to cable temperature rating 70 °C or > 90 °C, and for keeping touchable surfaces cooler than 65 °C. Note: Maximum ambient temperature for the connectors is specified to 85 °C.

MC4-Evo 2	Maximum admissible current in Ampere for			
Ambient temperature	Touchable surface < 65 °C	70 °C cable	90 °C Cable	120 °C cable or higher
30 °C	86	80	90	90
40 °C	72	68	83	83
50 °C	53	58	76	77
60 °C	18	30	67	70
65 °C	0	15	63	67
70 °C		0	59	63

8. Technical characteristics

MC4 (PV-KBT4/... and PV-ADBP4-S2/...)

Rated voltage	1000 V DC
Rated current (30 °C)	2.5 mm²/ 14 AWG: 39 A 4.0 mm²/ 12 AWG: 51 A 6.0 mm²/ 10 AWG 65 A 10.0 mm²/ 8 AWG: 104 A
Rated surge voltage	12 kV
Ambient temperature range	-40 °C...+85 °C
Upper limiting temperature	105 °C
Mating cycles	100
Degree of protection, mated	IP65
unmated	IP2X
Overvoltage category / Pollution degree	CATIII / 3
Contact resistance of plug connectors	≤ 0.35 mΩ
Locking system	snap-in / locking type
Safety class	II
Contact system	MULTILAM
Type of termination	Crimping
Contact material	Tin-plated copper
Warning	Do not disconnect under load
Insulation material	PC/PA
Flame class	UL94-V0

ANEXO II

DETALLES FOTOGRÁFICOS DE ENSAYO

DETALLES FOTOGRAFICOS DE MUESTRAS RECIBIDAS

Conectores EASTECH / ST4

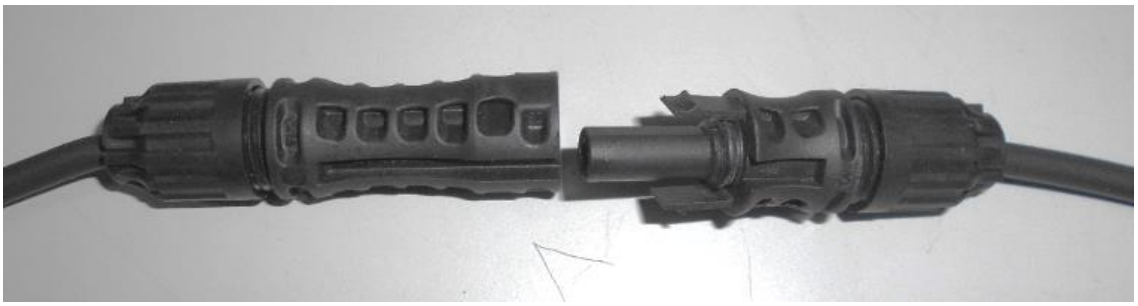
Conectores STÄUBLI / MC4-Evo 2

Macho (175-0092) **Hembra (175-0091)**

DETALLES FOTOGRAFICOS DE MUESTRAS RECIBIDAS

Conectores EASTECH / ST4

Conectores STÄUBLI / MC4-Evo 2



DETALLES FOTOGRAFICOS DE CONECTORES

Conectores EASTECH / ST4

Detalle de marcado de cable engastado en conectores para las pruebas / ensayos comparativos .

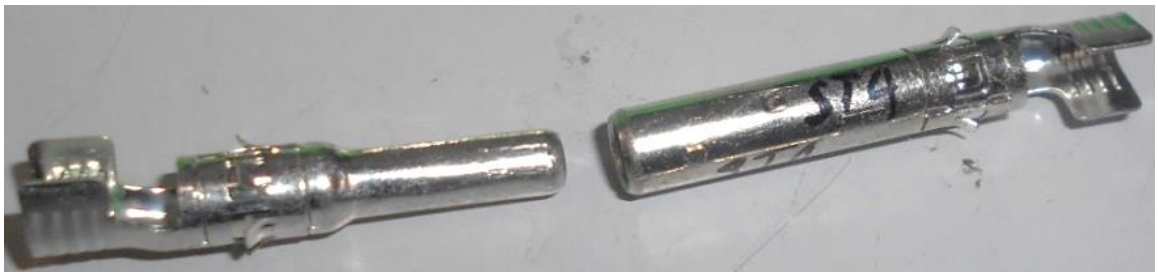
Conectores STÄUBLI / MC4-Evo 2

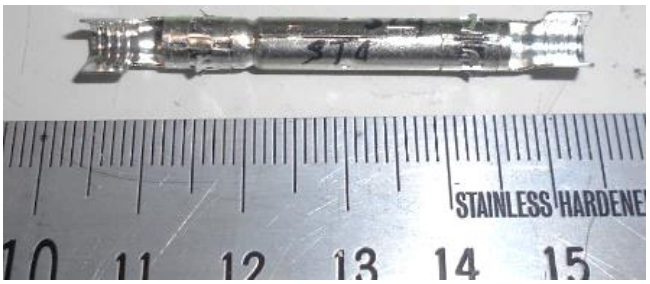
DETALLE ILUSTRATIVO DE DISPOSICIÓN DE ENSAYO DE RESISTENCIA DE CONTACTO con puente RLC

***(Terminales desnudos**. Medida de elementos sin engastar ni montados en elementos aislantes)*

Conectores EASTECH / ST4

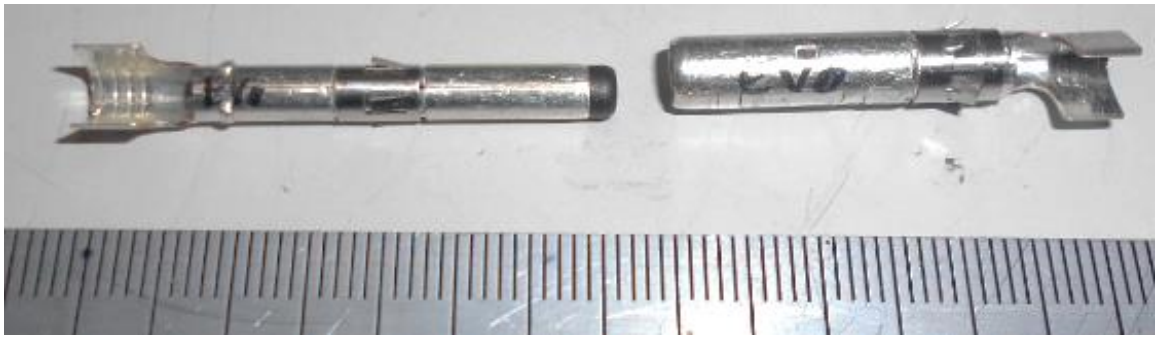
Macho **Hembra**

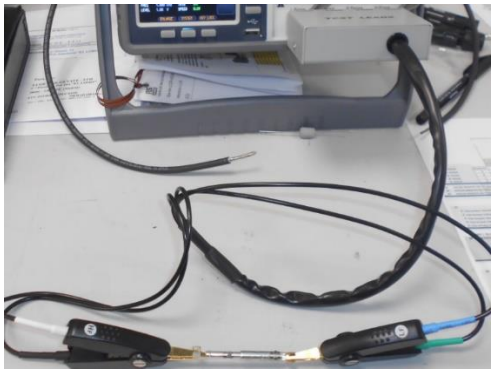




Conectores STÄUBLI / MC4-Evo 2

Macho (175-0092) **Hembra (175-0091)**



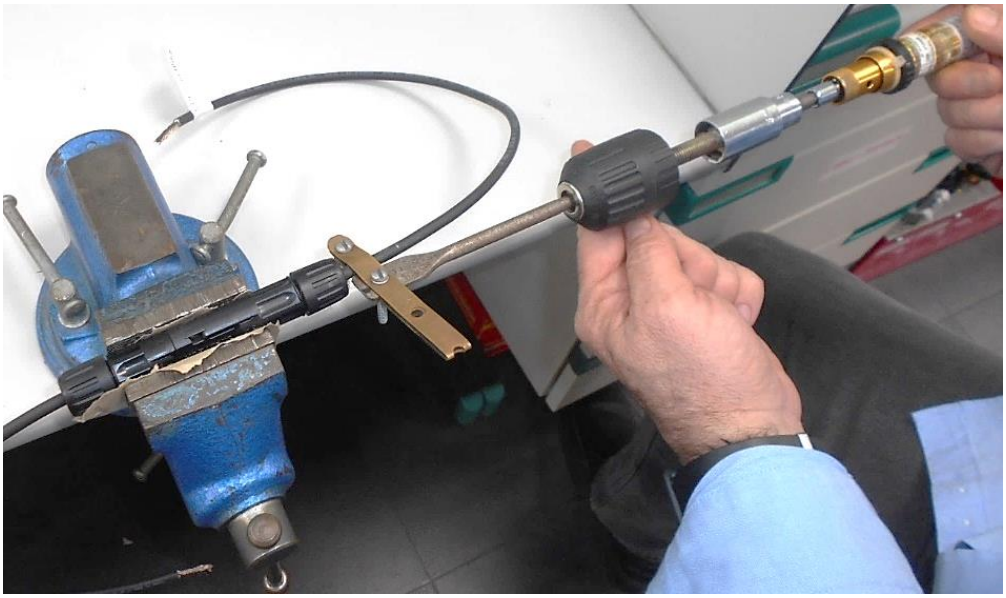


DETALLE ILUSTRATIVO DE DISPOSICIÓN DE **ENSAYO DE TRACCIÓN**

Conectores EASTECH / ST4

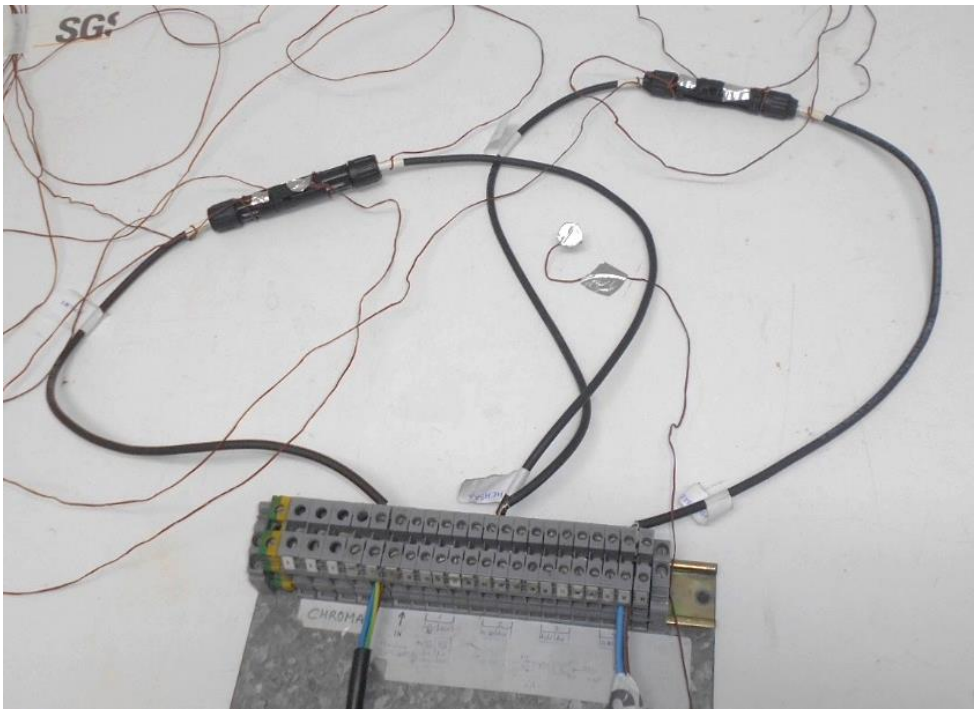
Conectores STÄUBLI / MC4-Evo 2

DETALLE ILUSTRATIVO DE DISPOSICIÓN DE **ENSAYO DE TORSION**



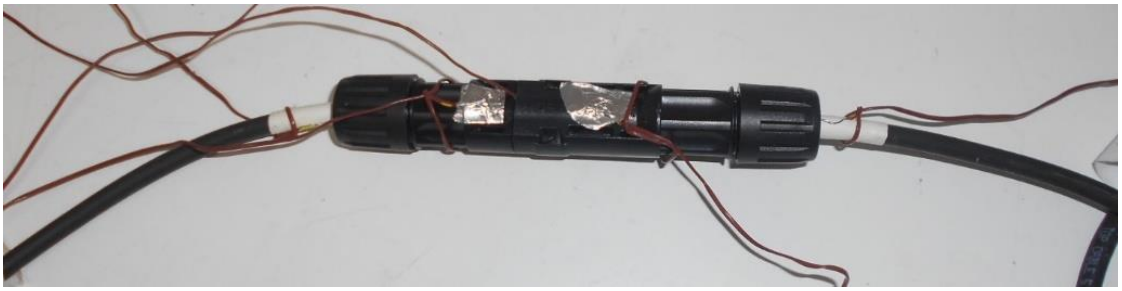
DETALLE ILUSTRATIVO DE DISPOSICIÓN
SET-UP del ENSAYO DE CALENTAMIENTO (30 ADC)

A: EASTECH / ST4 **B: STÄUBLI / MC4-Evo 2**

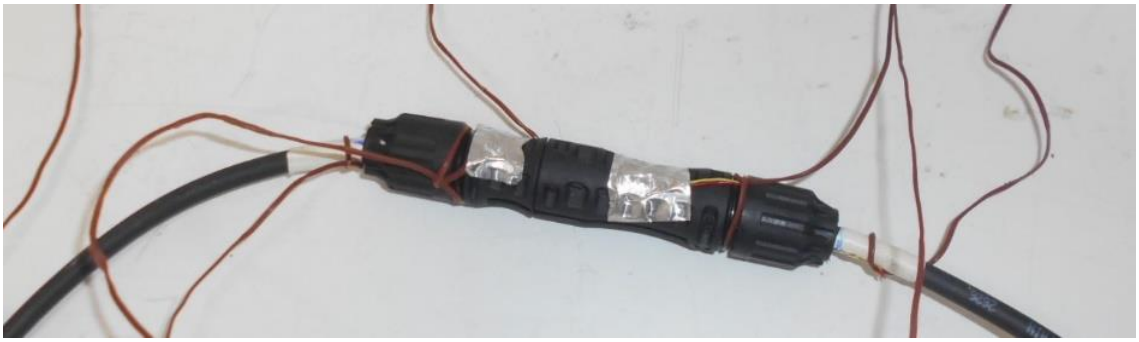


DETALLES ILUSTRATIVO DE DISPOSICIÓN Y DE COLOCACION
DE TERMOPARES (Puntos de medida de temperatura)

Conectores EASTECH / ST4

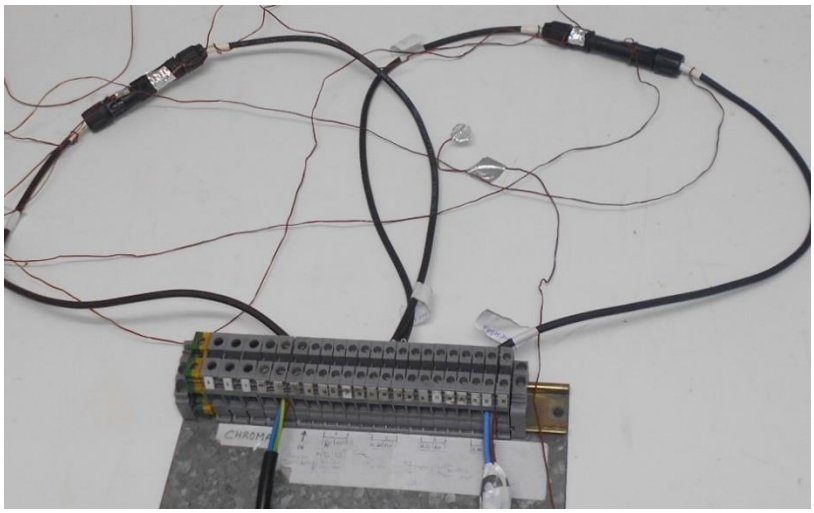


Conectores STÄUBLI / MC4-Evo 2



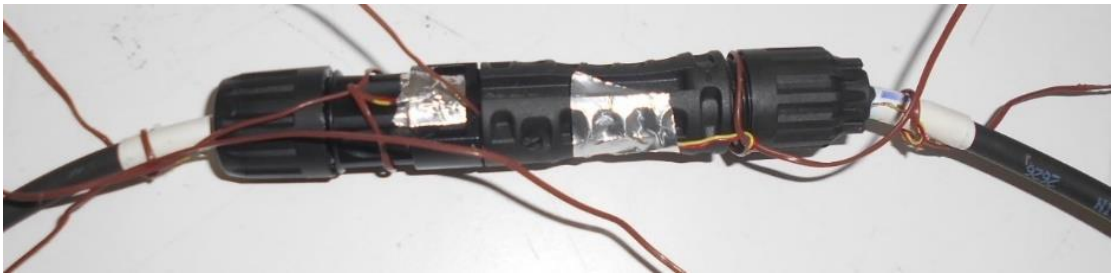
DETALLE ILUSTRATIVO DE DISPOSICIÓN DE ENSAYO DE CALENTAMIENTO

C (mixta): *Macho* **EASTECH ST4 &** *Hembra* **MC4-Evo 2** *//* **D (mixta):** *Macho* **MC4-Evo 2 &** *Hembra* **EASTECH ST4**



DETALLES ILUSTRATIVO DE DISPOSICIÓN DE COLOCACION DE TERMOPARES (Puntos de medida de temperatura)

C (combinación mixta de conectores): *Macho* **EASTECH ST4 &** *Hembra* **MC4-Evo 2**



D (combinación mixta de conectores): *Macho* **MC4-Evo 2 &** *Hembra* **EASTECH ST4**