



Title: Estudio para detección de Defectos en Paneles Solares por medio de la Técnica de Electroluminiscencia

Author: Araceli, SALAZAR-PERALTA, J. Alfredo, PICHARDO-S., Ulises, PICHARDO-S., Rosa Hilda, CHAVEZ

Editorial label ECORFAN: 607-8534
BCIERMMI Control Number: 2018-03
BCIERMMI Classification (2018): 251018-0301

Pages: 19

RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

244 – 2 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

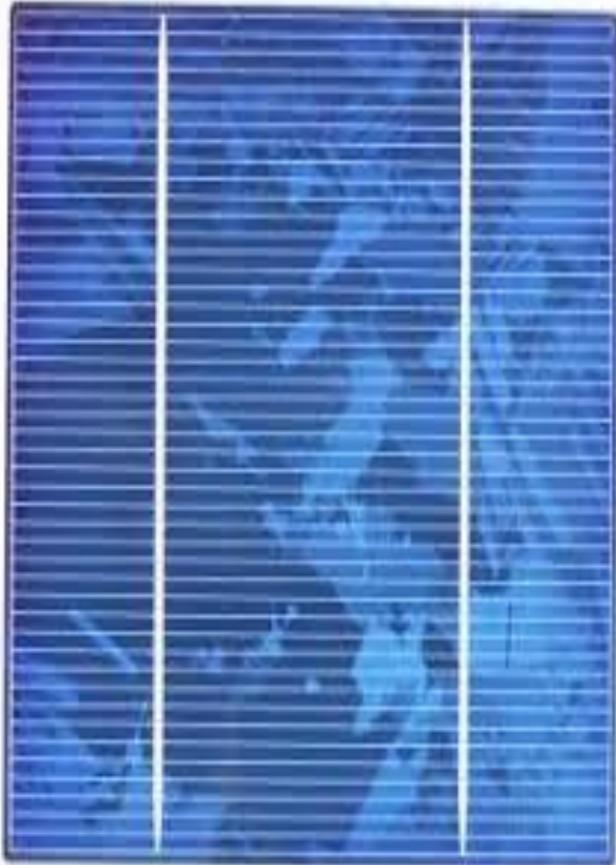
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic Republic
Spain	El Salvador	of Congo
Ecuador	Taiwan	Nicaragua
Peru	Paraguay	

PROBLEMÁTICA

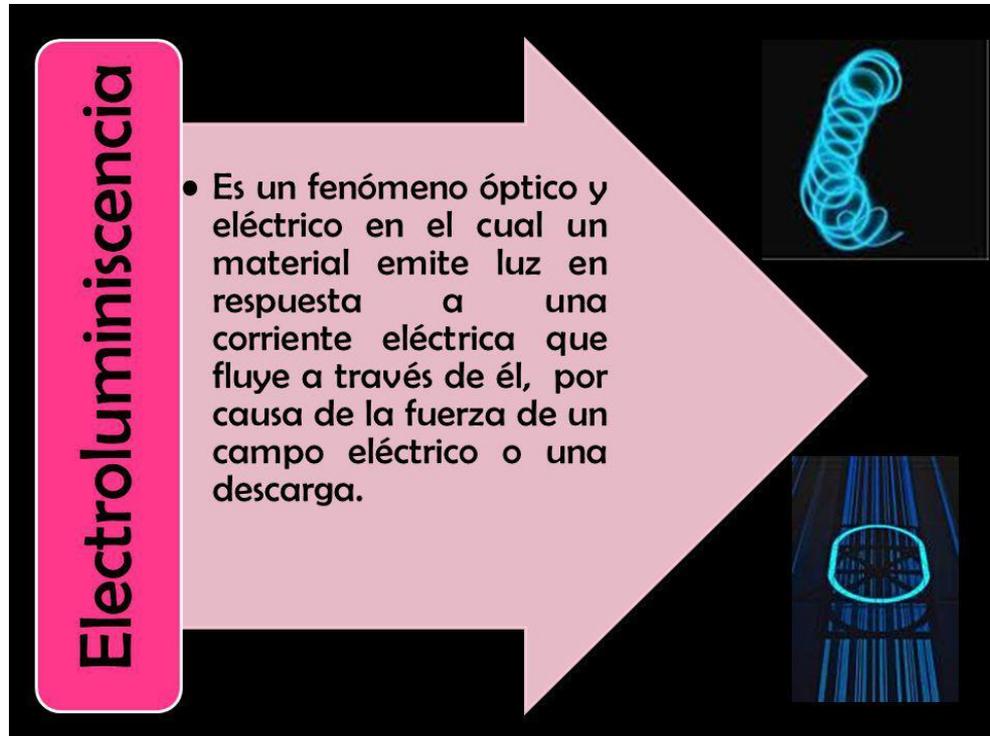


Dentro del proceso de la producción, se presentan diferentes problemas, los cuales se ven reflejados en el producto terminado, así como en la vida útil del módulo. Para algunos de ellos existen métodos, que permiten detectarlos y corregirlos durante el proceso tales como mala soldadura, celdas rotas o defectos en la materia prima, pero hay problemas que solo se pueden ver con el paso del tiempo, y el deterioro del módulo (Ferrara. 2011) El deterioro afecta la eficiencia que produce el módulo, a través de factores ambientales, por un mal manejo, o mantenimiento del mismo, se pueden llegar a hacer visibles, los defectos que trae a partir de su producción, entre estos defectos están los **dedos cortados**, que son las rupturas que presentan los colectores, de la celda.

Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

JUSTIFICACIÓN

La EL es una técnica que sirve para caracterizar las células solares y el módulo fotovoltaico, es útil ya que es rápida, no destructiva, sensible a los efectos de los parámetros de resistencia y recombinación, de derivación y serie. La EL emitida por una célula solar en diagonal hacia adelante, puede ser detectada por una cámara de CCD en condiciones de oscuridad.



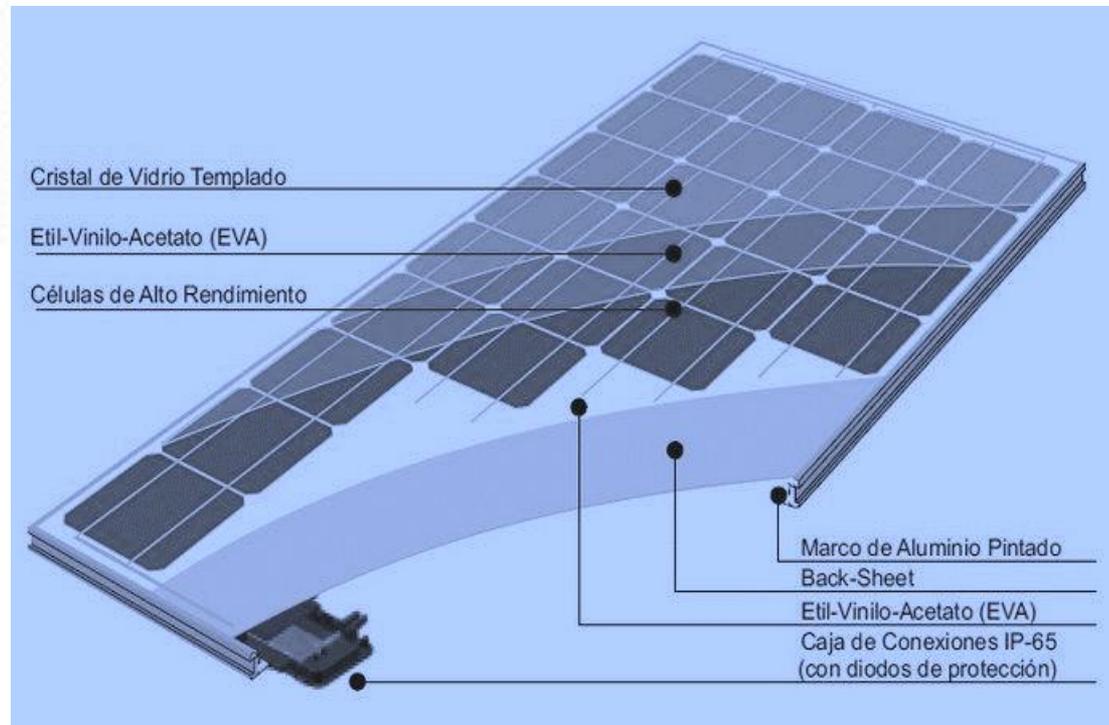
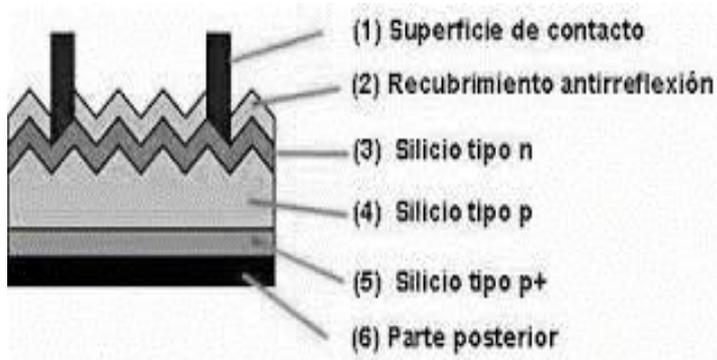
Electroluminiscencia

- Es un fenómeno óptico y eléctrico en el cual un material emite luz en respuesta a una corriente eléctrica que fluye a través de él, por causa de la fuerza de un campo eléctrico o una descarga.



Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

El objetivo de este estudio fue Identificar a través de la imagen de electroluminiscencia (EL), los defectos que se encuentran en las celdas solares.



Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

INTRODUCCIÓN



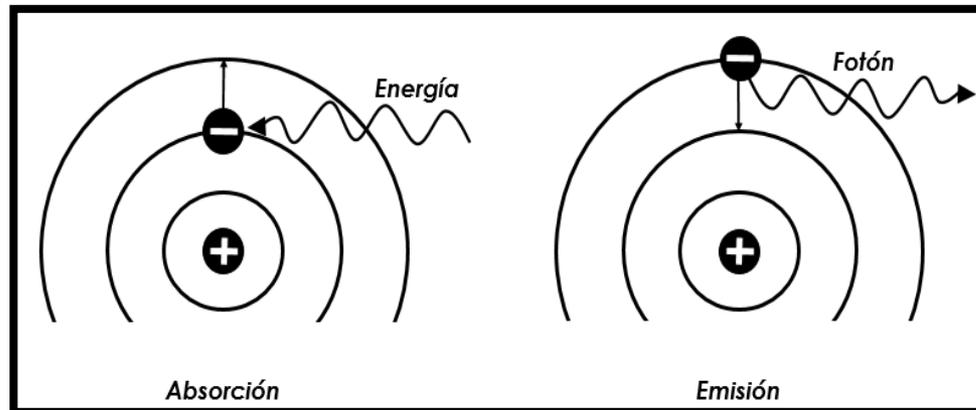
La necesidad de reducir los defectos que puedan presentarse en la producción de módulos fotovoltaicos conduce a realizar nuevos estudios para mejorar la calidad del mismo. Dentro del proceso de la producción se presentan diferentes problemas los cuales se ven reflejados en el producto terminado, así como en la vida útil del módulo.

El deterioro afecta la eficiencia que produce el modulo a través de factores ambientales, por un mal manejo o mantenimiento de los mismos se pueden llegar a hacer visibles los defectos que trae a partir de su producción, entre estos defectos están los **dedos cortados** que son las rupturas que presentan los colectores de la celda.

Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

La prueba de electroluminiscencia se realizó en una máquina para ensayo de luminiscencia marca Flasher, tomando en consideración los siguientes aspectos:

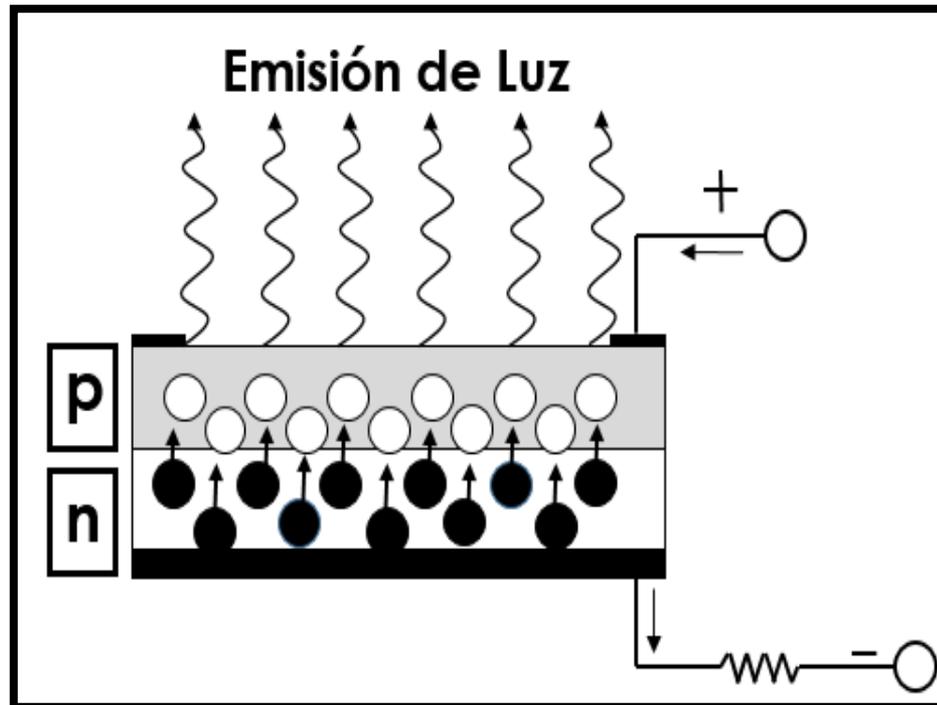
La Electroluminiscencia es la emisión de luz por parte de un material, cuando es sometido a la aplicación de un voltaje, es un fenómeno que se relaciona con los electrones salientes, generados por la existencia de un alto campo eléctrico en el dispositivo



Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

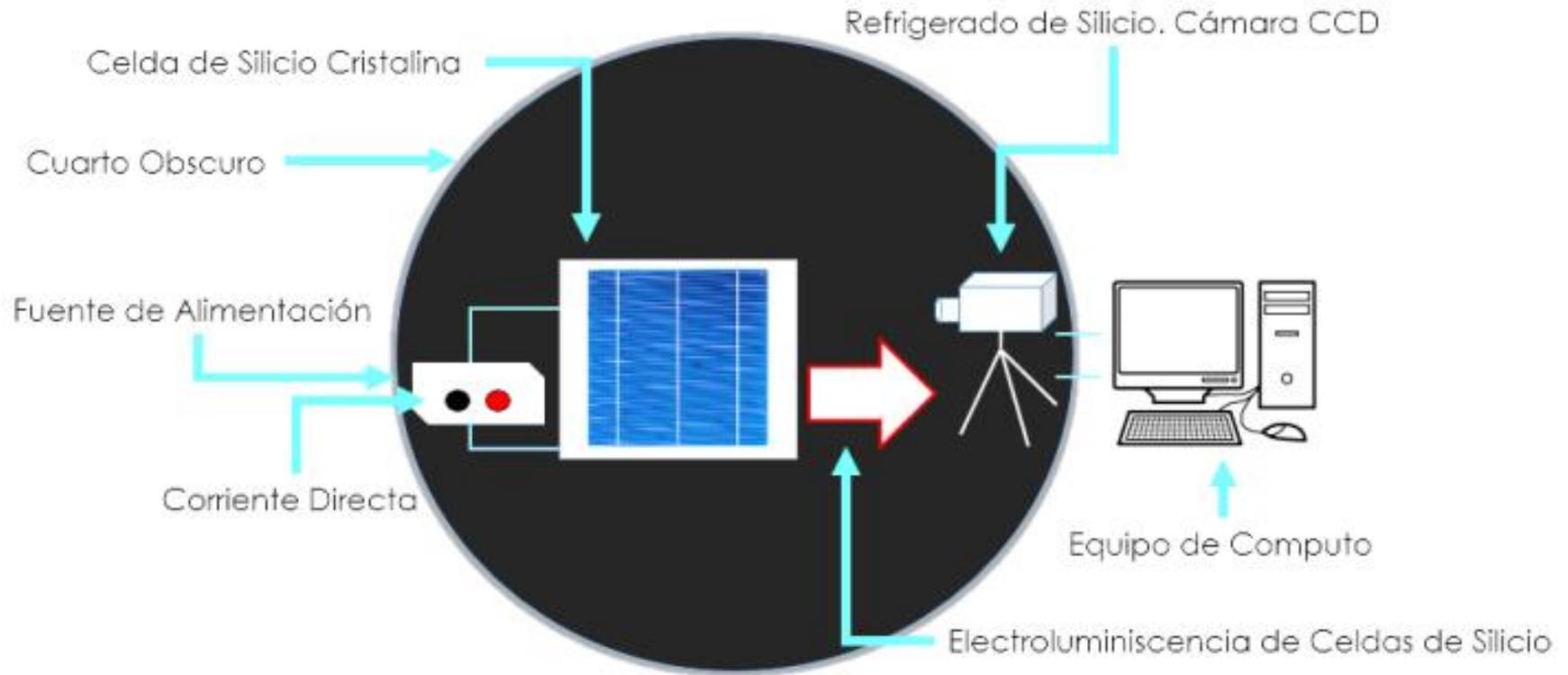
EXPERIMENTACIÓN

La electroluminiscencia ocurre cuando los electrones cruzan la unión desde el material tipo **n** al tipo **p** el proceso de recombinación, electrón-hueco, produciendo algunos fotones en el rango visible o infrarrojo (IR), lo cual se observa en la Figura 6



Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

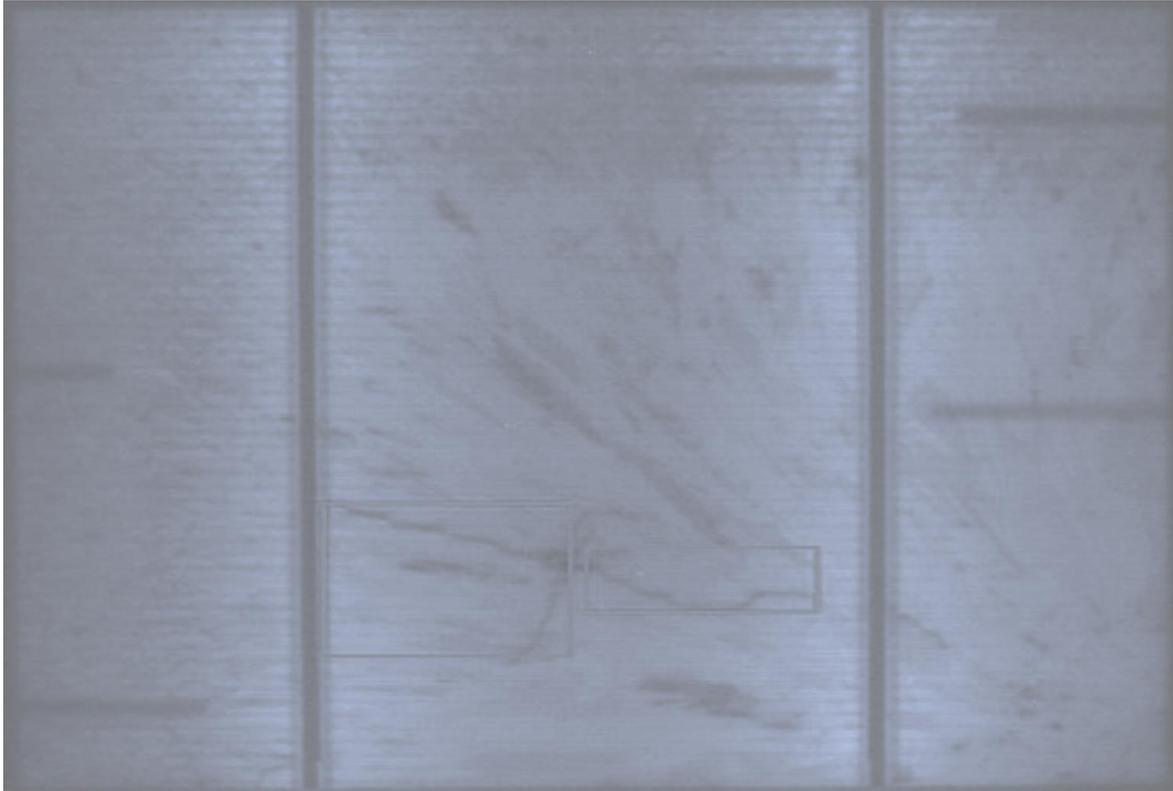
EXPERIMENTACIÓN



La electroluminiscencia emitida por una celda solar se produjo conforme al siguiente principio. Las células solares, son sometidas a una corriente eléctrica que excita a los electrones del silicio lo que provoca la emisión de fotones que son detectados a través de una cámara CCD (Dispositivo de carga acoplada).

Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

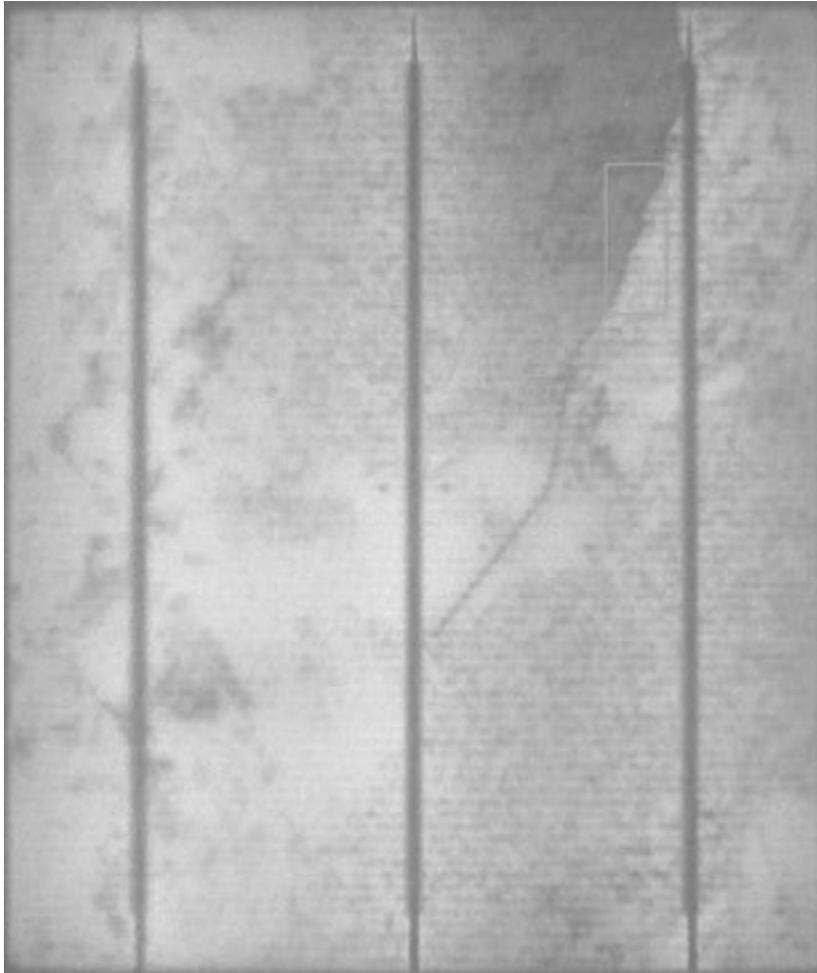
ANÁLISIS DE RESULTADOS



Micro fisura (Micro crack): Fisuras en forma de líneas, no son visibles al ojo humano

Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

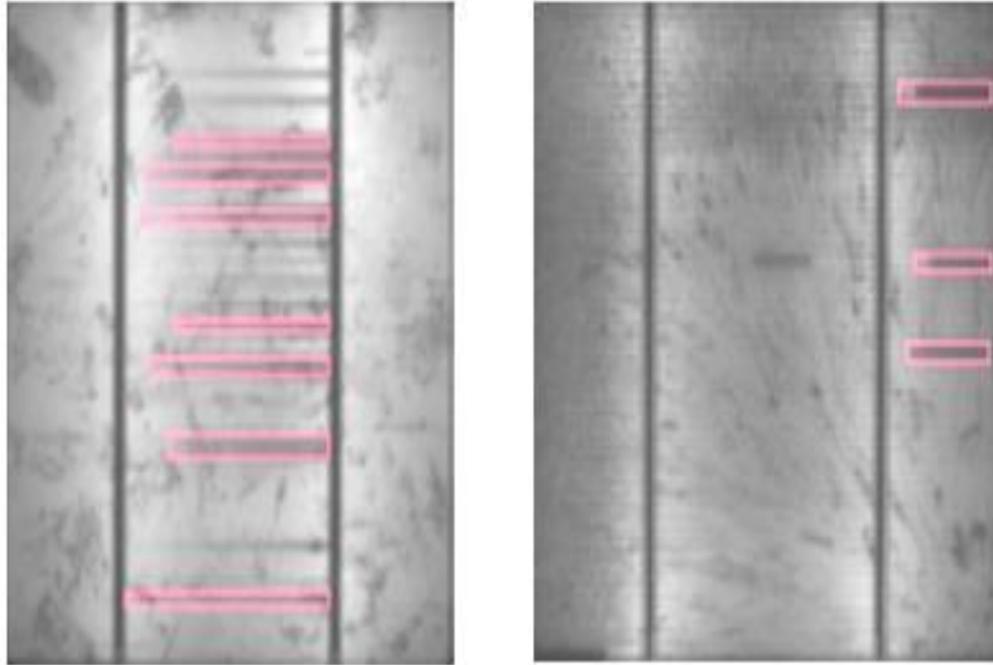
Análisis de Resultados



Fisura activa (active crack): Fisuras que se caracterizan por tener una región oscura a un lado, causando pérdida de la potencia

Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

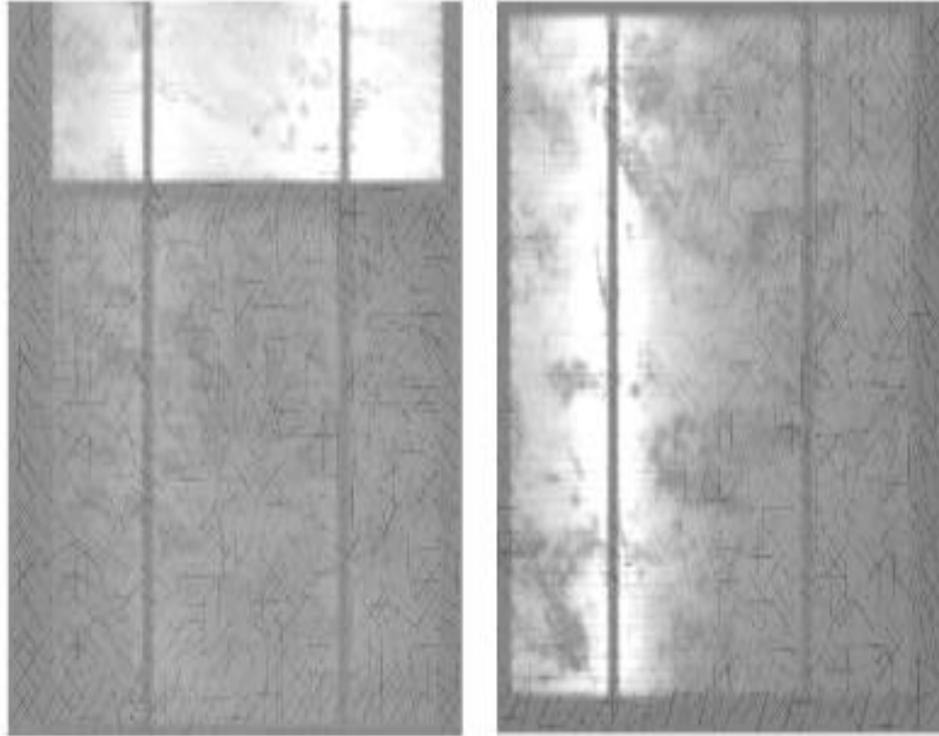
ANÁLISIS DE RESULTADOS



Dedos cortados: Impresión defectuosa de la celda, los dedos están interrumpidos

Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

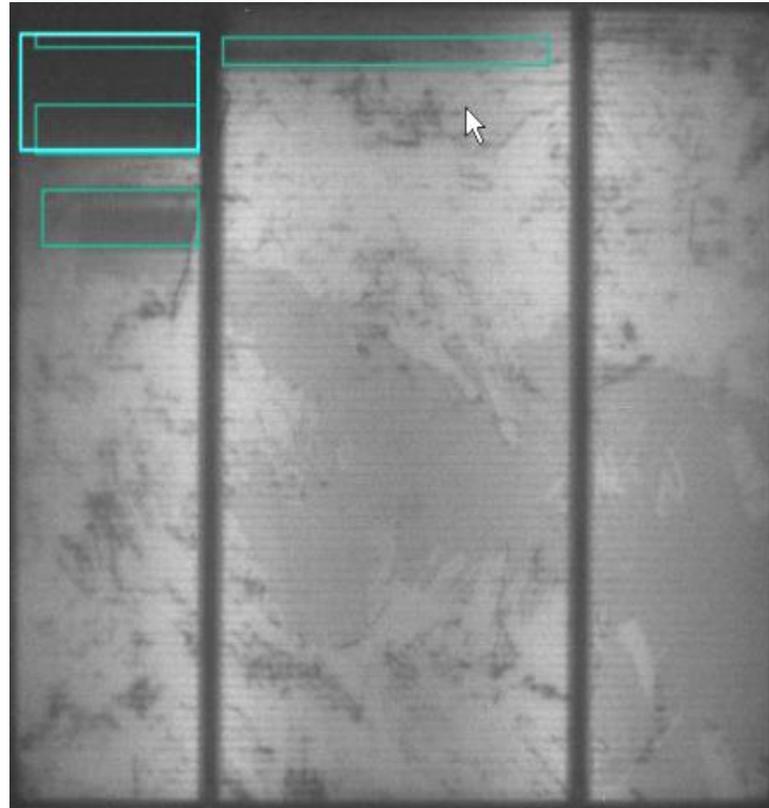
ANÁLISIS DE RESULTADOS



Imágen por Electroluminiscencia (EL) de un módulo con defecto por brillo ocasionado por mala soldadura.

Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

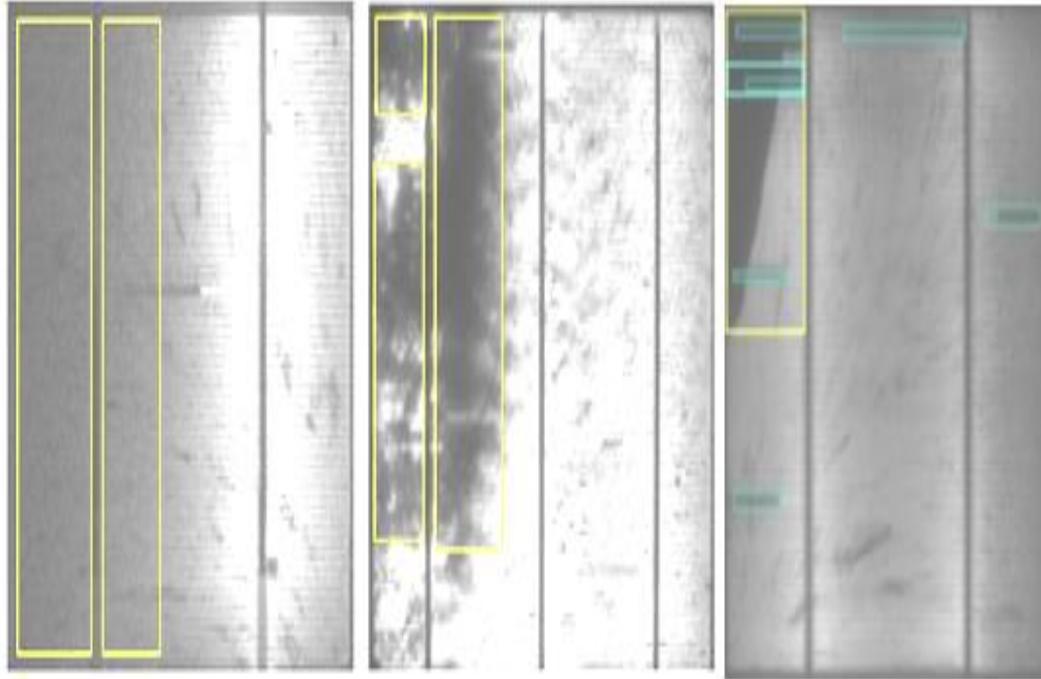
ANÁLISIS DE RESULTADOS



Dedos interrumpidos (cortados), que forman una mancha: Varios dedos están interrumpidos ocasionando una región oscura

Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

ANÁLISIS DE RESULTADOS



Manchas oscuras ocasionadas por:

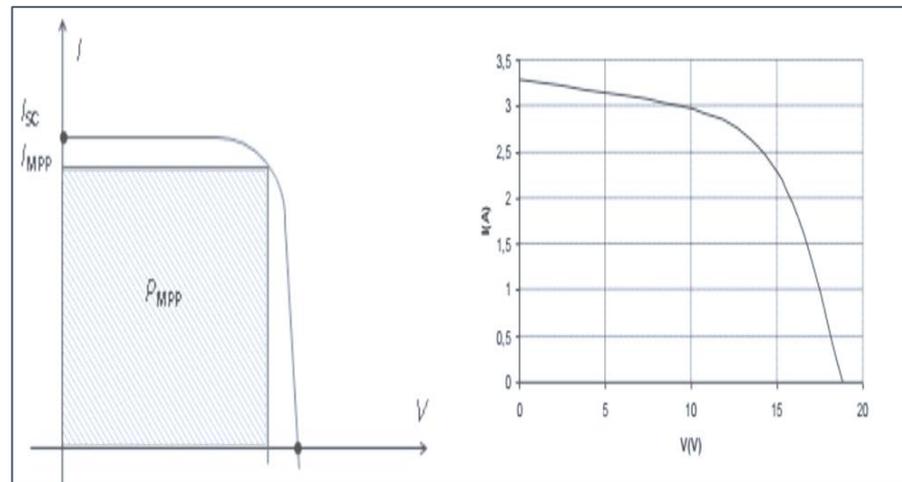
- a) Fallos de soldadura (Ribbon izquierdo)
- b) Defecto de la celda (medio)
- c) Rotura en la orilla (derecha)

Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

ANÁLISIS DE RESULTADOS

De los 6 módulos probados en este estudio se encontraron 2 con los siguientes defectos: Uno con microfisura y otro con dedos cortados. Ver Figura 14, y 15. Cabe mencionar que la potencia de los módulos se vió afectada, los dos módulos estuvieron fuera de especificación.

3.2 La prueba de Electroluminiscencia ofrece una gran cantidad de datos sobre la uniformidad del área de las células que conforman el módulo solar.



Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Es no destructiva y relativamente rápida de efectuar con tiempos de medición de 1 segundo posible.

Para detectar posibles defectos que pueden afectar el rendimiento del módulo, se aplica un voltaje en las terminales de los módulos y estos responden mediante una recombinación de los electrones en las celdas, produciendo una radiación de fotones.

Las áreas dañadas del módulo solar aparecen oscuras o brillan menos que las áreas que están en buen estado

Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico de Estudios Superiores por la Vinculación Academia Industria y las horas de Investigación asignadas para este estudio en colaboración con Industrias Unidas S.A de C.V

Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

CONCLUSIONES

1. La implementación de la prueba de electroluminiscencia en la producción de los paneles solares es uno de los pasos más importantes en todo el proceso.
2. Este estudio permitió conocer los defectos presentes en las celdas solares que conforman el módulo fotovoltaico, los cuales pueden ser ocasionados por las siguientes causas:

Materia prima. Se debe verificar si cumple con las especificaciones al recibirla del proveedor.

Tipo de almacenaje. Las celdas fotovoltaicas por lo general de fábrica vienen empaquetadas en una caja especial para evitar que se dañe, y como es material frágil se debe de tener especial cuidado durante su manejo, desde la recepción hasta el almacenaje.

Área de producción. Se debe tener especial cuidado en los siguientes parámetros.

Coeficiente de Dilatación Térmica (CTE) superficial causado por el espesor del ribbon.

Falta de uniformidad en la soldadura. Puede ser exceso de penetración o falta de penetración.

En general se deben controlar todos los parámetros de la máquina soldadora, así como la temperatura ambiente.

Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar controles por medio de hojas de inspección en cada etapa de fabricación, desde la recepción de la materia prima hasta el final del proceso para asegurar que el módulo llegue al cliente dentro de especificación

Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018

C. Torralba, "Philip Why do PV Modules Fail, in: Proceedings of the Inter-national Conference on Materials for Advanced Technologies, Singapore", Energy Procedia 15, 2011, 379–387.

P. Hacke, K. Terwilliger, S. Glick, D. Turdell, N. Bosco, S. Johnston, S. Kurtz, "Test-to-Failure of Crystalline Silicon Modules", in: Proceedings of 35th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Hawaii, 2010, pp. 248–250.

A. Gabor, M. Ralli, S. Montminy, L. Alegria, C. Bordonaro, J. Woods, L. Felton, "Soldering induced damage to thin Si solar cells and detection of cracked cells in modules," Proceedings of the 21st EUPVSEC, Dresden, Germany, 2006, pp. 2042– 2047.

A. Schneider, M. Pander, T. Korvenkangas, S. Aulehla, R. Harney, T. Hort-tana, "Cell to Module Loss Reduction and Module Reliability Enhance-ments by Solder Ribbon Optimization," Proceedings of the 29th EUPVSEC, Amsterdam, Netherlands, 2014, pp. 165-170.

I. Kunze, S. Kajari-Schröder, X. Breitenmoser, B. Bjørneklett, "Quantifying the risk of power loss in PV modules due to micro cracks," Solar Energy Materials and Solar Cells 95, 2011, pp. 1131-1137.

A. Halm, V. Mihaietchi, G. Galbiati, L. Koduvelikulathu, R. Roescu, C. Comparotto, R. Kopecek, K. Peter, J. Libal, "The Zebra cell concept - large area n-type interdigitated back contact solar cells and one-cell modules fabricated using standard industrial processing equipment," Proceedings of the 27th EUPVSEC, Frankfurt am Main, Germany, 2012, pp. 567-570.

ASTM E 1040 (12.02) Physical Characteristics of Non concentrator Terrestrial photovoltaic Reference Cells. Specification for.

ASTM E 1328 (12.02) Relating to Photovoltaic Solar Energy Conversion, Terminology.

Barrera, P. (2009). "Simulación y caracterización de celdas solares multi-juntura y de silicio cristalino para aplicaciones espaciales." (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional de General San Martín Comisión Nacional de Energía Atómica Instituto de Tecnología. República Argentina

Santiago de Querétaro, Qro., 25 y 26 de octubre del 2018



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)