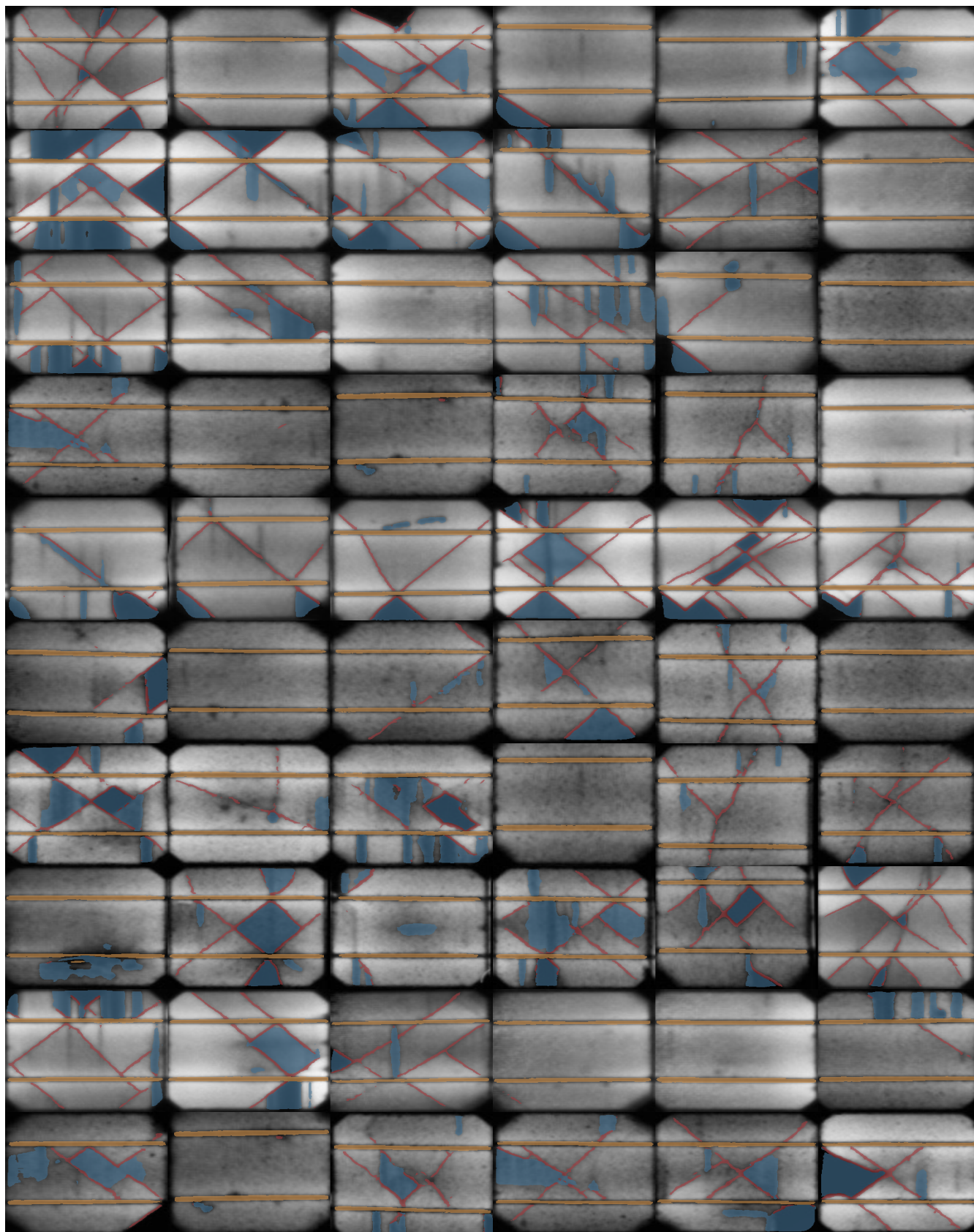


Reporte de Resultados de Análisis de Imágenes EL

Este reporte presenta los resultados del análisis de imágenes de electroluminiscencia (EL) de un panel fotovoltaico. Para ello se cuenta con un modelo de red neuronal convolucional (CNN) entrenado para detectar defectos en las celdas solares, como grietas y zonas oscuras, así como barras colectoras. Estas características del panel se asignan a 3 clases: `Busbar`, `Crack` y `Dark`. Se incluyen visualizaciones de las predicciones del modelo, estadísticas de área por imagen, una matriz de coocurrencia y mapas de calor de las predicciones. Además, se presentan estimaciones a partir de las predicciones, que incluyen el porcentaje de área inactiva, la longitud de grietas y el nivel de brillo en las celdas con defectos.

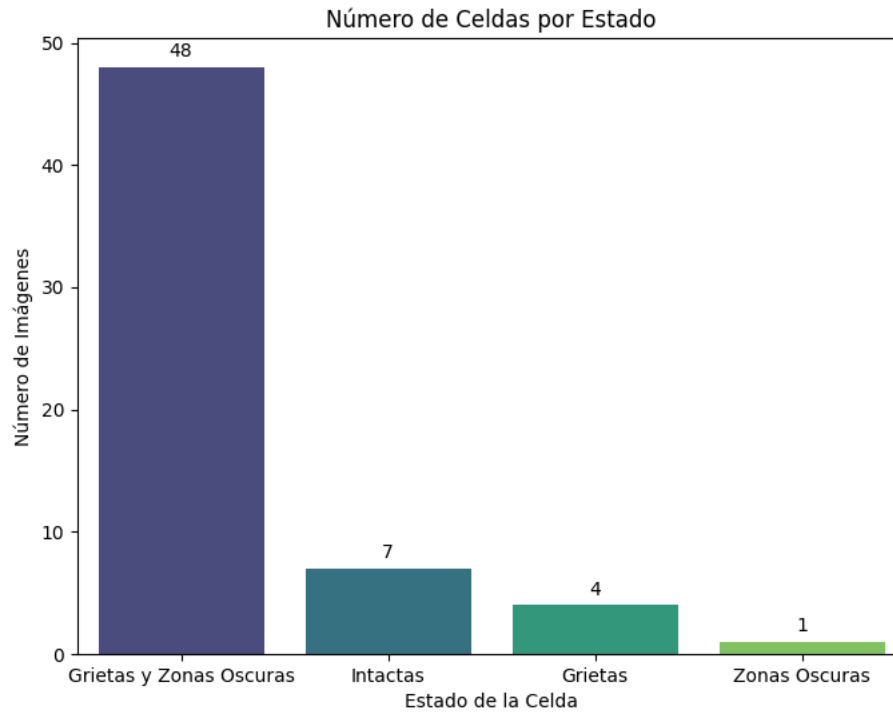
Panel de Predicciones

La imagen muestra el panel completo con las imágenes originales y las predicciones superpuestas.



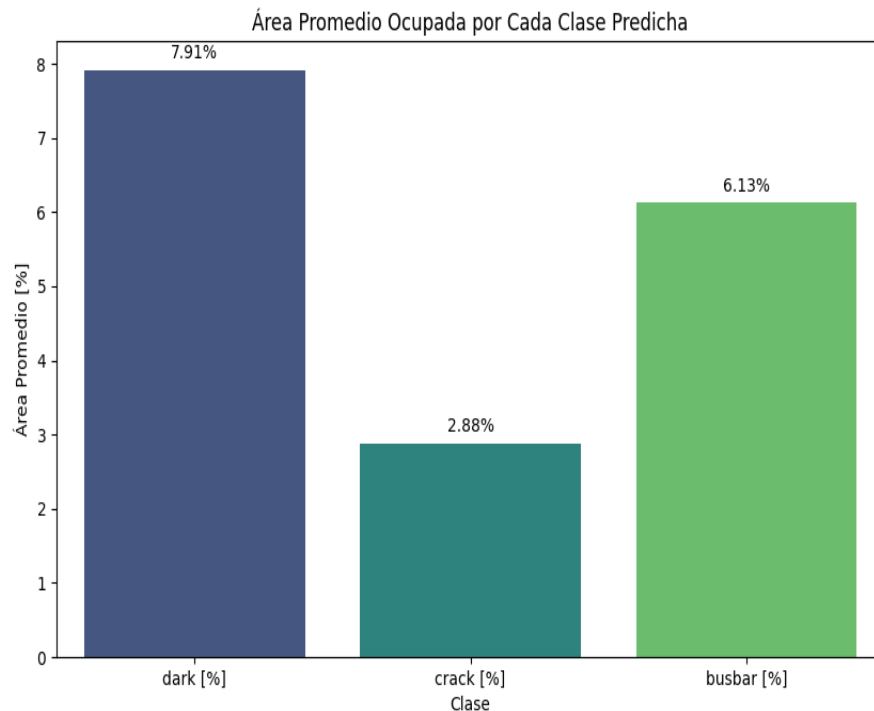
Distribución de Defectos

El gráfico de barras muestra el número de celdas que presentan uno o más defectos. Se muestran cuatro categorías: celdas con grietas y zonas oscuras, celdas solo con zonas oscuras, celdas solo con grietas y celdas intactas.



Área Promedio Ocupada por Cada Clase Predicha

El gráfico de barras muestra el área promedio ocupada por cada clase en las celdas fotovoltaicas.



Estadísticas de Porcentaje de Área por Imagen

La tabla de estadísticas generada a partir de las predicciones muestra el porcentaje de área que ocupa cada clase dentro de cada celda fotovoltaica, en relación con el área total de la imagen. Los elementos incluidos son:

Dark [%]: Indica el porcentaje de la imagen cubierto por zonas oscuras. Estas zonas, visibles en las imágenes de electroluminiscencia, señalan áreas del panel que están desconectadas y, por lo tanto, no contribuyen a la generación de energía.

Busbar [%]: Indica el porcentaje de la imagen ocupado por las barras colectoras, componentes que transportan la corriente eléctrica generada por la celda.

Crack [%]: Mide el porcentaje de la imagen afectado por grietas. Las grietas en las celdas pueden interrumpir la continuidad eléctrica, afectando la eficiencia del panel.

Para interpretar correctamente esta tabla, se deben analizar los porcentajes de área ocupados por cada clase en cada imagen. Un porcentaje elevado en la clase `Dark` podría indicar problemas serios en la funcionalidad de la celda, ya que sugiere que una parte significativa del panel está inactiva. Un aumento en el porcentaje de `Crack` puede ser un indicio de un deterioro estructural progresivo de la celda, lo cual podría comprometer su eficiencia. La clase `Busbar` debe mantenerse estable, y cualquier variación significativa podría indicar problemas en la predicción del modelo o en la integridad física de las barras colectoras.

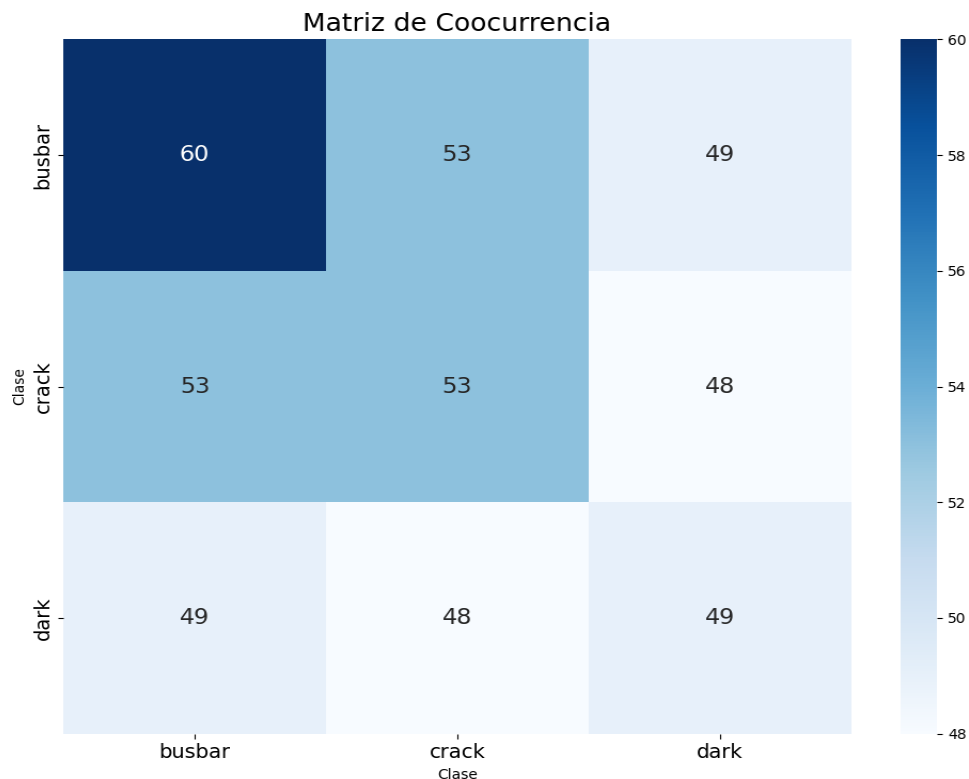
image_index	dark [%]	crack [%]	busbar [%]	estado_celda
-------------	----------	-----------	------------	--------------

Image0	3.53	6.31	5.57	Grietas y Zonas Oscuras
Image1	0.0	0.4	5.31	Grietas
Image2	18.16	6.37	6.36	Grietas y Zonas Oscuras
Image3	3.86	0.84	7.21	Grietas y Zonas Oscuras
Image4	2.18	0.0	4.96	Zonas Oscuras
Image5	16.7	3.47	6.42	Grietas y Zonas Oscuras
Image6	36.34	5.76	6.3	Grietas y Zonas Oscuras
Image7	12.33	3.58	6.68	Grietas y Zonas Oscuras
Image8	25.59	5.95	6.05	Grietas y Zonas Oscuras
Image9	14.97	2.55	5.76	Grietas y Zonas Oscuras
Image10	3.33	5.15	5.0	Grietas y Zonas Oscuras
Image11	0.0	0.39	5.35	Grietas
Image12	12.78	4.6	6.86	Grietas y Zonas Oscuras
Image13	7.54	3.65	5.77	Grietas y Zonas Oscuras
Image14	0.0	0.0	6.9	Intactas
Image15	13.67	3.58	4.55	Grietas y Zonas Oscuras
Image16	6.84	1.45	6.8	Grietas y Zonas Oscuras
Image17	0.0	0.0	6.6	Intactas
Image18	11.03	3.15	5.52	Grietas y Zonas Oscuras
Image19	0.0	0.07	5.55	Grietas
Image20	0.57	0.1	7.62	Grietas y Zonas Oscuras
Image21	7.1	3.4	6.05	Grietas y Zonas Oscuras
Image22	1.79	2.37	6.45	Grietas y Zonas Oscuras
Image23	0.0	0.0	6.27	Intactas
Image24	9.15	1.7	5.61	Grietas y Zonas Oscuras
Image25	4.26	3.31	6.88	Grietas y Zonas Oscuras
Image26	4.74	3.13	6.12	Grietas y Zonas Oscuras
Image27	17.05	6.38	6.34	Grietas y Zonas Oscuras
Image28	11.79	9.07	6.61	Grietas y Zonas Oscuras
Image29	4.81	5.6	6.78	Grietas y Zonas Oscuras
Image30	6.06	1.81	6.5	Grietas y Zonas Oscuras
Image31	0.0	0.0	5.45	Intactas
Image32	2.16	1.66	5.53	Grietas y Zonas Oscuras
Image33	8.67	3.3	6.82	Grietas y Zonas Oscuras
Image34	3.21	2.74	6.16	Grietas y Zonas Oscuras

Image35	0.0	0.0	6.6	Intactas
Image36	20.58	5.35	5.2	Grietas y Zonas Oscuras
Image37	2.8	1.66	6.77	Grietas y Zonas Oscuras
Image38	22.27	3.69	5.59	Grietas y Zonas Oscuras
Image39	0.0	0.0	8.02	Intactas
Image40	2.19	2.24	6.83	Grietas y Zonas Oscuras
Image41	2.09	3.16	5.88	Grietas y Zonas Oscuras
Image42	7.89	0.04	6.28	Grietas y Zonas Oscuras
Image43	16.4	5.3	6.04	Grietas y Zonas Oscuras
Image44	4.84	0.91	5.36	Grietas y Zonas Oscuras
Image45	20.29	5.24	5.98	Grietas y Zonas Oscuras
Image46	8.04	4.51	5.97	Grietas y Zonas Oscuras
Image47	3.37	6.2	5.76	Grietas y Zonas Oscuras
Image48	12.6	4.71	6.13	Grietas y Zonas Oscuras
Image49	13.56	4.02	6.7	Grietas y Zonas Oscuras
Image50	3.29	4.39	4.94	Grietas y Zonas Oscuras
Image51	0.0	0.11	5.51	Grietas
Image52	0.0	0.0	6.91	Intactas
Image53	7.66	0.67	6.71	Grietas y Zonas Oscuras
Image54	13.84	3.44	6.55	Grietas y Zonas Oscuras
Image55	0.57	0.1	7.62	Grietas y Zonas Oscuras
Image56	8.45	3.29	5.96	Grietas y Zonas Oscuras
Image57	11.03	3.15	5.52	Grietas y Zonas Oscuras
Image58	12.72	3.93	5.27	Grietas y Zonas Oscuras
Image59	10.06	4.99	4.98	Grietas y Zonas Oscuras

Matriz de Coocurrencia

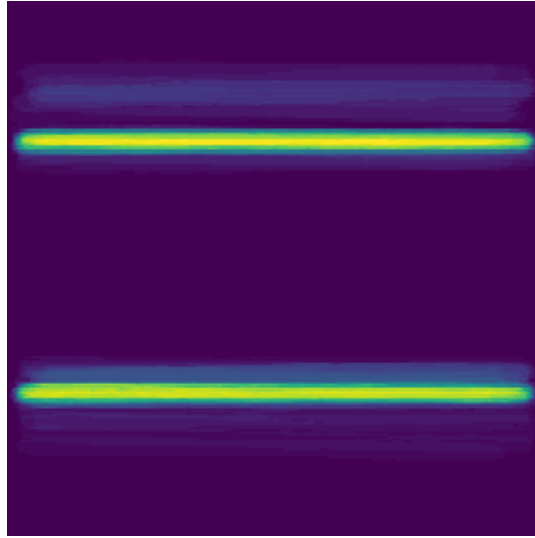
Una Matriz de Coocurrencia muestra la frecuencia con la que diferentes clases aparecen juntas en las imágenes analizadas. Este análisis ayuda a identificar posibles interacciones entre las clases, facilitando una mejor comprensión del comportamiento de las predicciones del modelo y de los defectos en el panel.



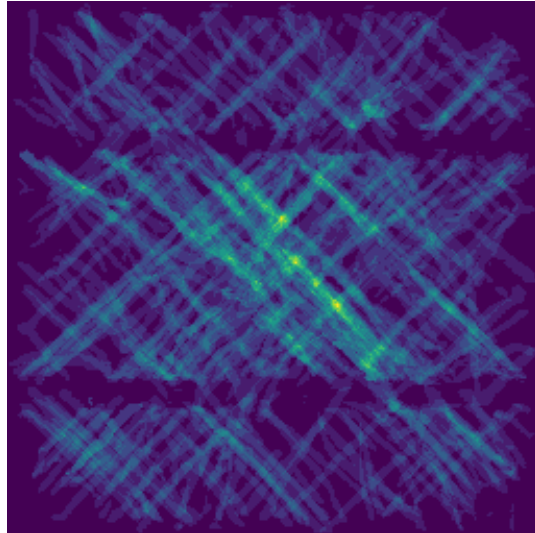
Distribución Espacial de las Predicciones en Mapas de Calor

Un mapa de calor de distribución de predicciones proporciona una visualización de cómo se presentan los defectos en las celdas del panel, revelando las áreas con mayor frecuencia de fallos. Este gráfico facilita la identificación de zonas críticas y patrones de deterioro en el panel fotovoltaico. Además, permite un monitoreo efectivo del estado del panel a lo largo del tiempo, apoya la toma de decisiones en el mantenimiento y ofrece una herramienta útil para la comparación y evaluación eficiente entre diferentes paneles.

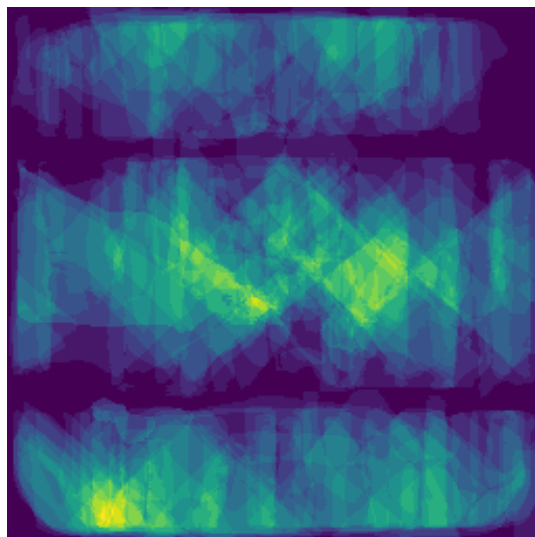
Mapa de Calor de Barras Colectoras



Mapa de Calor de Grietas



Mapa de Calor de Zonas Oscuras



Estimaciones de Área Inactiva, Longitud de Grietas y Nivel de Brillo

La tabla presenta un resumen de las características extraídas de las celdas fotovoltaicas con defectos. Se incluyen los siguientes parámetros:

Área Inactiva (%): Muestra el porcentaje de la celda que se considera incapaz de contribuir efectivamente a la generación de energía. Estas zonas inactivas se definen como aquellas áreas que están cubiertas por grietas que interrumpen el flujo de corriente, especialmente en las cercanías de las barras colectoras. A diferencia de las zonas oscuras (Dark) predichas por el modelo, este indicador se enfoca en las áreas separadas del panel debido a la combinación de grietas y barras colectoras, permitiendo evaluar la extensión del daño en la celda.

Longitud de Grieta (píxeles): Mide la longitud total de las grietas presentes en la celda. Esta métrica permite identificar la severidad del daño estructural en la celda.

Brillo: Calcula el nivel promedio de brillo en las áreas inactivas de la celda, proporcionando una medida adicional del estado de deterioro de la celda. Un valor de brillo igual a 1 indica que la celda no presenta grietas, mientras que valores más bajos podrían sugerir un mayor deterioro.

Para esta tabla primero se obtiene el trazado de las grietas y las barras colectoras, lo que facilita la medición precisa de la longitud de las grietas. En lugar de considerar todos los píxeles predichos por el modelo, solo se toman en cuenta aquellos que realmente influyen en la longitud de la grieta. Además, al combinar esta información con las posiciones de las barras colectoras, se puede estimar las zonas de la celda que probablemente enfrentarán dificultades para generar energía.

Imágen	Área Inactiva (%)	Longitud de Grieta (píxeles)	Brillo
Image0.png	25.764828303850155	532	0.35240964237068
Image1.png	2.2892819979188346	31	0.23408199643493763
Image2.png	23.200832466181062	435	0.30910600336295263
Image3.png	4.345473465140478	49	0.08435880099166104
Image4.png	0.0	0	1.0

Image5.png	14.938605619146722	260	0.35624648298996386
Image6.png	25.11550468262227	423	0.3153899146665627
Image7.png	9.04474505723205	257	0.1753336401288541
Image8.png	25.968782518210197	429	0.34823139706275197
Image9.png	6.04786680541103	164	0.15054991026004344
Image10.png	22.792924037460978	384	0.34791962073361116
Image11.png	2.272632674297607	28	0.2358615240968182
Image12.png	13.881373569198752	346	0.3028685657171415
Image13.png	11.442247658688865	242	0.3892980691731039
Image14.png	0.0	0	1.0
Image15.png	14.222684703433924	258	0.4177933860111208
Image16.png	3.5587929240374607	96	0.13770439169819973
Image17.png	0.0	0	1.0
Image18.png	10.605619146722164	229	0.32126850740296115
Image19.png	0.0	7	1.0
Image20.png	0.15816857440166493	6	0.3078431372549019
Image21.png	8.624349635796046	262	0.28622530093118326
Image22.png	5.261186264308012	184	0.3221456937205262
Image23.png	0.0	1	1.0
Image24.png	5.698231009365244	139	0.15377476045202595
Image25.png	6.176899063475546	222	0.1311135775064743
Image26.png	6.888657648283039	236	0.2123689354896037
Image27.png	29.598335067637876	479	0.3681344285710346
Image28.png	31.263267429760667	648	0.29642693983464774
Image29.png	18.122788761706556	403	0.36299999099318186
Image30.png	5.506763787721123	137	0.0892623716153128
Image31.png	0.0	0	1.0
Image32.png	4.6118626430801255	122	0.1989240461527571
Image33.png	12.486992715920914	226	0.23686928104575164
Image34.png	6.014568158168574	202	0.37895650993961594
Image35.png	0.0	0	1.0
Image36.png	21.34859521331946	390	0.14984689137889512
Image37.png	0.8491155046826222	158	0.4272971933871588
Image38.png	11.583766909469302	260	0.15206047924020488
Image39.png	0.0	0	1.0

Image40.png	4.162330905306972	182	0.3136313725490197
Image41.png	11.837669094693029	245	0.28289484570199386
Image42.png	0.8158168574401665	6	0.15898359343737495
Image43.png	19.346514047866805	387	0.23901150821774494
Image44.png	3.250780437044745	61	0.3250131806884085
Image45.png	19.908428720083247	365	0.30459511423218666
Image46.png	12.599375650364204	317	0.18340815017781148
Image47.png	23.633714880332988	525	0.3430184613472018
Image48.png	14.368366285119667	358	0.28486583509417673
Image49.png	17.889698231009366	272	0.3633910893347567
Image50.png	18.622268470343393	334	0.353658173148562
Image51.png	0.7617065556711758	12	0.2829958212793314
Image52.png	0.0	0	1.0
Image53.png	0.72840790842872	58	0.31025210084033616
Image54.png	12.366285119667014	231	0.22408775021284183
Image55.png	0.15816857440166493	6	0.3078431372549019
Image56.png	8.703433922996878	258	0.2986187301319379
Image57.png	10.605619146722164	229	0.32126850740296115
Image58.png	16.17481789802289	272	0.2337662599780005
Image59.png	19.571279916753383	303	0.25324809634615225

Gráfico de Barras de las Estimaciones

Valores Promedio de las Estimaciones

