

Evaluación del uso de materiales alternativos para la fabricación de paneles solares fotovoltaicos. (Noviembre, 2019)

Oscar Iván Achicanoy Lara
e-mail: oachicanoy26@uan.edu.co
Katherine Alexandra Rosero
e-mail: krosero67@uan.edu.co

Resumen—El desarrollo de este artículo está basado en indagar y recopilar alternativas que se puedan usar al momento de la fabricación; se realiza a través de un método descriptivo que permita recopilar y catalogar la información, Todo esto se hace teniendo en cuenta la problemática que contrae la fabricación de paneles solares, es decir, su producción y los desechos que se generan al momento de terminar su vida útil; esto se ha convertido en una dificultad a lo largo de estos últimos años, ya que se generan materiales tóxicos, lo cual afecta de manera significativa el daño ambiental y también la vida del personal que interactúa con estos desechos; la gran parte de los residuos no pueden ser reutilizados ni tener aprovechamiento de ellos y una gran parte de estos materiales no son biodegradables. En este proceso se investiga y se compara las características de nuevos materiales que pueden brindar mayor beneficio en cuanto a eficiencia y nivel toxicidad a la hora de su fabricación y su posterior desecho. Se determina después de la observación de los resultados que muestran las tablas que la mejor alternativa son los paneles orgánicos.

Palabras claves— Energía solar, eficiencia, toxicidad, daño ambiental, paneles, celdas, contaminación, fotovoltaico

Abstract— The development of this article is based on inquiring and collecting alternatives that can be used at the time of manufacture; It is done through a descriptive method that allows the information to be collected and cataloged, all this is done taking into account the problem that the manufacture of solar panels contracts, that is, its production and the waste produced at the end of its life Useful; This has become a difficulty in recent years, which affects toxic materials, which significantly affects the environmental damage and also the life of the personnel that interacts with this waste; A large part of the waste cannot be reused or used, and a large part of these materials are not biodegradable. In this process, investigate and compare the characteristics of the new materials that can provide greater benefit in terms of efficiency and the level of toxicity at the time of manufacture and subsequent disposal. It is determined after observing the results indicated by the tables that the best alternative is organic panels.

Keywords— Solar energy, efficiency, toxicity, environmental damage, panels, cells, pollution, photovoltaic

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de esa investigación se hizo en base al método descriptivo, ya que esta ayuda a catalogar cada tipo de información recopilada, todo esto se hizo según diferentes estudios realizados que identificaban una creciente demanda energética que actualmente se suplía a partir de fuentes no renovables tales como el petróleo, carbón, gas natural, y plantas

nucleares [1], fuentes que adicionalmente generan productos y residuos altamente contaminantes y de gran impacto ambiental. Como solución a esta creciente demanda energética y gran daño al medio ambiente, resultado prioritario el desarrollo y masificación de tecnologías de producción de energía renovable, limpia y de bajo costo.

En este caso se hizo el análisis de los paneles solares fotovoltaicos los cuales fueron el objeto de estudio, el cual posee diferentes alternativas para su elaboración, que pueden ser viables o no según sus componentes [2].

Para esto indagó acerca de las actuales investigaciones y estrategias encaminadas hacia la solución y búsqueda de alternativas que permitan superar los limitantes que presenta el uso convencional de materiales tóxicos en los paneles solares fotovoltaicos [8]. Después de hacer la documentación necesaria acerca de los problemas que conlleva esta tecnología o alternativa se encontró que en la actualidad los módulos fotovoltaicos cristalinos de silicio son los más usados y los más instalados al nivel mundial en un (87%) pero tienen una vida útil en promedio de solo 20 años con un porcentaje en fallas del 1%; estos paneles son fabricados con compuestos tóxicos como el silicio arsénico y el cadmio los cuales no son reciclables; esto genera un problema al momento de su desecho.

Para la solución de esta problemática se presentaron varios tipos de paneles solares que emplean en su funcionamiento materiales que no contaminen ni perjudiquen el medio ambiente y la salud humana. El objetivo principal después de tener en cuenta la problemática y sus consecuencias fue realizar un proceso de investigación bibliográfica sobre diversos materiales entre los que se encuentran los materiales considerados peligrosos y los materiales alternativos que sean óptimos para la fabricación de paneles solares los cuales sustituirían los convencionales; estos se clasificaron según su eficiencia y su toxicidad. En el proceso de búsqueda bibliográfica se profundizó, se desarrolló y se describió los siguientes materiales para la construcción de paneles solares : los de células solares de telurio de cadmio (CdTe), células cobre, indio, galio y selenio o azufre (CIGS), células orgánicas con

heteruniones que están siendo tendencia [10], los módulos decarbono y plástico PET, las células solares de plástico; también la llamada célula Gratzel [11], los módulos del Sulfuro de estaño, el sulfuro de estaño dopado con bismuto y sulfuros de zinc dopado con indio[12], entre otros que fueron fundamentales. Se lograron encontrar una serie de opciones de diferentes materiales los cuales serían una opción óptima para la sustitución de elementos tóxicos, sin perder en algunos casos la eficiencia que se obtienen con los paneles tradicionales, se tuvo en cuenta que los materiales propuestos eran experimentales y actualmente no se encuentran comercialmente, ya que al momento de la investigación se encontraron con una serie de problemáticas que limitan su uso y desarrollo, [4]. Después de la recopilación de la información, se realizó la comparación de los diferentes materiales teniendo en cuenta sus propiedades química, su daño al medioambiente, su daño a la salud, el nivel de toxicidad y su eficiencia, al realizar el análisis de la recopilación bibliográfica de los materiales, se seleccionó la celda de carbono y plástico, ya que su característica en relación a la toxicidad a las demás fue muy baja y su eficiencia fue buena en comparación a las demás catalogándola como la mejor entre todas.

II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El proceso alrededor de toda la investigación y evaluación es un método de investigación descriptiva el cual es aquel que tiene como finalidad definir, clasificar, catalogar o caracterizar el objeto de estudio

- Recopilación de información bibliográfica en artículos científicos, proyectos de grado e investigaciones realizadas por estudiantes de otras universidades.
- Identificación de los materiales utilizados en la elaboración de los paneles solares.
- Comparación de las características de los materiales tales como sus propiedades químicas, toxicidad, eficiencia, daños a la salud y medio ambiente(tablas)
- Propuesta viable para la fabricación de paneles solares

III. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los módulos fotovoltaicos o paneles solares cristalinos de silicio son los más comunes y, a pesar de nuevos desarrollos, los más instalados al nivel mundial (87%), pero no se tiene en

cuenta que la fabricación de ellos está muy lejos de ser ecológica. Estos poseen componentes químicos como el arsénico y el cadmio, los cuales en un proceso de intervención o de unión generan tóxicos como el hexafluoruro de azufre y el tetracloruro de silicio; peligrosos para el medio ambiente, los seres humanos y los animales. Adicionalmente, cuando se termina el tiempo de vida útil del sistema, es común que simplemente se deseche y tarda más de 25 años en descomponerse, y en el proceso, causa daños colaterales ambientales serios dada la toxicidad de los materiales los cuales la gran mayoría de ellos no pueden ser reciclados. Sin duda el empleo de paneles solares representa una alternativa a las fuentes comunes de energía (combustibles fósiles y nuclear), pero es necesario estar en constante búsqueda de opciones [14].

A. Impacto medioambiental de la producción de ESFV.

La generación de electricidad mediante ESFV (energía solar fotovoltaica) requiere la utilización de grandes superficies colectoras y por tanto de una cantidad considerable de materiales para su construcción. La extracción, producción y transporte de estos materiales son los procesos que suponen un mayor impacto ambiental.

La fabricación de un panel solar requiere también la utilización de materiales como aluminio (para los marcos), vidrio (como encapsulante), acero (para estructuras) etc., siendo estos componentes comunes con la industria convencional. El progresivo desarrollo de la tecnología de fabricación de estructuras y paneles solares supondrá una reducción del impacto ambiental debido a estos conceptos.

En la producción del panel solar se produce un gasto energético que genera residuos, como partículas de NO_x, SO₂, CO₂ etc. Esto se debe a que la energía utilizada en la fabricación del panel solar tiene su origen en la mezcla de fuentes energéticas convencionales del país de fabricación. Sin embargo, podemos afirmar que la emisión de estas sustancias debida a la fabricación de paneles solares es reducida, en comparación con la disminución en la emisión de sustancias de este tipo que supone la producción de electricidad por medios fotovoltaicos, en lugar de fuentes convencionales de energía. Un ejemplo de esto es que la producción de la misma cantidad de potencia hora por año en una moderna y eficiente central térmica de carbón, supone la emisión de más de 20 veces el CO₂ que si la producción de la misma cantidad de energía se realizara mediante módulos de Si mono o policristalino fabricados en pequeña escala.

La obtención de silicio de grado metalúrgico es requerida en grandes cantidades para la industria del acero, siendo una pequeña proporción de este material la dedicada a la fabricación de las obleas de silicio. La emisión de polvo de sílice es uno de los inconvenientes de esta industria. La purificación del silicio implica el uso de materiales tales como xilano, mientras el dopado precisa utilizar pequeñas cantidades de compuestos tóxicos, tales como diborano y fosfina. También se precisa utilizar agentes agresivos, tales como el ácido sulfúrico.

Todos estos compuestos y procesos son utilizados en la industria metalúrgica y electrónica no constituyendo, por tanto, un nuevo factor a considerar. (29)

B. Problemas de eliminación de residuos de paneles solares

- El problema de la eliminación del panel solar explotará con toda su fuerza en dos o tres décadas y destruirá el medio ambiente porque es una gran cantidad de residuos que no es fácil de reciclar.
- Los paneles solares generan 300 veces más desechos tóxicos por unidad de energía que las plantas de energía nuclear. Si la energía solar y la energía nuclear producen la misma cantidad de electricidad en los próximos 25 años que la producción nuclear en 2016, y los desechos se acumulan en los campos de fútbol, los desechos nucleares alcanzarán la altura de la Torre Inclinada de Pisa (53 metros), mientras que los residuos solares alcanzarían la altura de dos montes. Everest (16 km).
- Contrariamente a las suposiciones anteriores, contaminantes como el plomo o el cadmio cancerígeno pueden eliminarse casi por completo de los fragmentos de los módulos solares durante un período de varios meses por el agua de lluvia.
- En países como China, India y Ghana, las personas que viven cerca de vertederos de desechos electrónicos a menudo queman los desechos para rescatar los valiosos cables de cobre para revenderlos. Dado que este proceso requiere quemar plástico, el humo resultante contiene humos tóxicos que son cancerígenos y teratogénicos (que causan defectos de nacimiento) cuando se inhalan.
- Los paneles solares fotovoltaicos, cuya vida útil es de 20 a 30 años, pierden

productividad con el tiempo. La Agencia Internacional de Energía Renovable estimó que había alrededor de 250,000 toneladas métricas de residuos de paneles solares en el mundo a finales de 2016. y que esta cifra definitivamente aumentaría. Los paneles solares contienen plomo, cadmio y otros productos químicos tóxicos que no se pueden eliminar sin romper todo el panel. En noviembre de 2016, el Ministerio de Medio Ambiente de Japón emitió una advertencia de que la cantidad de residuos de paneles solares que Japón produce cada año probablemente aumentará de 10.000 a 800.000 toneladas para 2040, y el país no tiene un plan para deshacerse de él de manera segura.

Datos curiosos

“La Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA) en 2016 estimó que había alrededor de 250,000 toneladas métricas de desechos de paneles solares en el mundo a fines de ese año. IRENA proyectó que esta cantidad podría llegar a 78 millones de toneladas métricas para 2050.” (30)

“Los paneles solares a menudo contienen plomo, cadmio y otros productos químicos tóxicos que no se pueden eliminar sin romper todo el panel.”

"Aproximadamente el 90% de la mayoría de los módulos fotovoltaicos están hechos de vidrio", señala el profesor de estudios ambientales del estado de San José, Dustin Mulvaney. "Sin embargo, este vidrio a menudo no se puede reciclar como vidrio flotado debido a las impurezas. Las impurezas problemáticas comunes en el vidrio incluyen plásticos, plomo, cadmio y antimonio" (30)

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo General:

Indagar acerca de las alternativas en cuanto a los diferentes materiales que se pueden utilizar en la fabricación de un panel solar, para cambiarlos materiales convencionales tóxicos tales como el silicio.

B. Objetivos específicos:

- Recopilar información bibliográfica, sobre las investigaciones hechas acerca de los distintos materiales tanto orgánicos como

inorgánicas, que pueden ser utilizados y que han sido objeto de investigación para la producción y la elaboración de los paneles solares; esto como alternativa a los componentes tóxicos que se usan en la fabricación del mismo

- Contrastar y comparar la eficiencia, adecuadas propiedades químicas para el análisis de toxicidad según su material

- Proponer una alternativa viable desde el punto de vista ambiental y en relación a la eficiencia para la fabricación de los paneles solares (28)

V. JUSTIFICACIÓN

La investigación y evaluación de este artículo, está enfocada en la gran cantidad de desechos de paneles solares que a su vez también generan inconvenientes al momento de la producción de los mismos ya que se utilizan materiales peligrosos, tanto para el medio ambiente como para la salud humana. De esta manera se planteó un objetivo o una meta, la cual es indagar acerca de posibles alternativas para la fabricación de celdas fotovoltaicas, que reduzcan los agentes contaminantes, todo esto con el fin de encontrar otros componentes con los que se puedan sustituir, además de ser amigables con el medio y con quien los elabora, también se puede mejorar la eficiencia o reducir su toxicidad, beneficiando a los fabricantes de celdas solares ya que en él se usan materiales que no serán tóxicos y reducirán los daños a la salud, además de que a la hora de su posterior desecho estos no presentaran un riesgo significativo al medio ambiente y a la salud en general

VI. FUNDAMENTO TEÓRICO

Paneles Solares Fotovoltaicos:

Un panel fotovoltaico es un tipo de panel solar diseñado para el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica. Su función es transformar la energía solar en electricidad. Los paneles fotovoltaicos se pueden utilizar para generar energía eléctrica tanto en aplicaciones domésticas o en aplicaciones comerciales. Los módulos fotovoltaicos están formados por un conjunto de celdas fotovoltaicas interconectadas entre ellas. Las células fotovoltaicas que componen un panel fotovoltaico se encuentran encajadas y protegidas.

El panel fotovoltaico es el encargado de transformar de una manera directa la energía de la radiación solar en electricidad, en forma de corriente continua. (26)

Componentes de un panel solar:

- Marco: por lo general al igual que la plancha base este se fabrica en aluminio
- Vidrio frontal: material que facilita la mayor transmisión de la radiación solar. En su composición posee muy bajo contenido de hierro y es altamente resistente
- Encapsulado frontal(EVA): su función principal es encapsular la radiación para que esta no pierda su intensidad y son hechos a base de silicona
- Células solares: son el corazón del panel solar se suelen fabricar en cristal con revestimiento de silicio u otros materiales
- Encapsulado trasero(EVA): su función principal es encapsular la radiación para que esta no pierda su intensidad y son hechos a base de silicona
- Recubrimiento trasero o plancha base: es el componente principal de un panel solar se suele fabricar en aluminio u vidrio con revestimiento de polímero termoplástico
- Caja de conexiones: en este se encuentra el cableado de salida el cual está protegido con unas cajas estancas que lo protegen de la intemperie (16) (17)

VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la elaboración de paneles solares, se pueden utilizar diferentes alternativas en cuanto a materiales y compuestos, los cuales generan menor daño, pero su eficiencia varía, la información acerca de todos los materiales que en esta investigación se plantearon, se documentan a continuación.

Recopilación bibliográfica

Gran parte de la información bibliográfica se encontró en google académico y Scribd. con una totalidad de 35 referencias bibliográficas,

teniendo como años de estudio desde el 2004 hasta el 2019, estando la gran mayoría cinco años atrás de la fecha actual. En la clasificación de los materiales se enfocó los primeros tres títulos como aquellos que tienen un nivel alto de toxicidad según sus propiedades, así como lo muestra la Tabla No. 1 y en la segunda parte de esta recopilación se centran los materiales con una menor toxicidad.

1. Módulos fotovoltaicos de silicio

También son llamadas placas solares de silicio cristalino en la actualidad son las más usadas a pesar que ya existen nuevos desarrollos de placas solares con distintos materiales, estos paneles tienen el porcentaje más alto de instalación con un (87%). Su vida promedio es de unos 25 a 30 años. Algunas de estas placas vienen con una garantía de 25 años con un rendimiento de un 80%. El mantenimiento de estos dispositivos es de los más fáciles ya que con solo pasarle un trapo para limpiarle la suciedad es suficiente, y tan solo un 1% de los paneles sufren averías internas, las demás son por factores externos

Hay dos módulos de celdas producidas los monocristalinas y policristalinas. Entre estos dos tipos de paneles la diferencia de eficiencia es casi nula, lo único que cambia es su forma de fabricación

En comparación de estos dos tipos de paneles de silicio los monocristalinos o los policristalinos los módulos monocristalinos son los más costosos y su aplicación por lo general se emplea solamente en situaciones específicas, un punto a tener en cuenta es que su vida útil y su eficiencia van a ser las mismas.

Una de las primeras cosas que se deben tener en cuenta es que La eficiencia de los paneles solares varía considerablemente de los parámetros que ofrece el fabricante a los que realmente este produce. Ya que Solamente en las mejores condiciones un panel o modulo produce la energía anunciada por el fabricante. Ya que, en la vida real, aunque se tenga las mejores condiciones climáticas, un panel o modulo solo Producirá entre 75 y 85% de su capacidad nominal. Ya que por lo general las pruebas de laboratorio son realizadas por el fabricante bajo un flash que produce cierta cantidad de energía lumínica. (18) Para el silicio que es el elemento más usado para los paneles solares la eficiencia es de un 29%. (19)

2. Módulos de CdTe, CIS, CIGS

Desde hace algunos años se han realizado diversas propuestas para los posibles escases

del silicio, Una de estas grandes propuestas que se emplearían para reducir los costos de producción y evitar una posible escasez de silicio se basa en la investigación e inversión en placas de otros materiales como los mencionados en la parte de abajo. No solo en paneles solares de silicio (amorfos). Los más importantes son los módulos de capa delgada de cobre, indio y selenio (CIS) o de cobre, indio, galio y selenio (CIGS) y módulos de capas delgadas a base de cadmio y telurio (CdTe). Se debe tener en cuenta que Los paneles amorfos y otros de capa fina, al usar algunos de estos materiales estos paneles solares se vuelven tóxicos para el medio ambiente y para la salud, ya que uno de estos materiales son metales pesados, Que al no ser reciclado causa daños ambientales. Algunas veces apenas llegan a superan el 10% de eficiencia. (19)

3. Módulos de arseniuro de galio

Se puede decir que el uso del arseniuro en los módulos solares no es nada nuevo, por ejemplo, en el Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid lo utiliza desde hace algunos años en la creación de células multifunción que son desarrollas por Antonio Luque. Ahora, un grupo de investigadores de la Universidad de Illinois propone una nueva técnica para fabricar los semiconductores de las células fotovoltaicas sustituyendo el silicio por el arseniuro de galio. Una de las ventajas más significativas del arseniuro de galio sobre el silicio de grado solar es que ofrece casi el doble de eficiencia. La gran desventaja, que explica el porqué de su poca utilización, es su alto precio. Para resolver este gran problema, los ingenieros e investigadores de la Universidad de Illinois dicen haber encontrado nuevos métodos de fabricación de películas delgadas de arseniuro de galio de bajo costo, lo que en teoría les permitiría crear dispositivos que reemplazarían al silicio y aumentando la eficiencia de las células fotovoltaicas. En algunos casos especiales se producen módulos de arseniuro de galio (GaAs) que llegan a alcanzar una eficiencia de 30%, pero para aumentar aún más esta eficiencia se pueden unir varios elementos en células fotovoltaicas multifunción, ayudando a superar el 45% de eficiencia en los laboratorios logrando así una reducción importante de los costos usando otros elementos (19). Otro de los logros hace referencia al aumento de la eficiencia. En el proceso de fabricación Por lo general el arseniuro de galio se deposita en una única capa delgada sobre una pequeña lámina, pero

en la Universidad de Illinois se han depositado múltiples capas de este material sobre las obleas, obteniendo por supuesto un mayor rendimiento. Las capas múltiples eliminan uno de las limitaciones en cuanto al área de trabajo se debe tener en cuenta algo muy importante en el caso de los paneles solares, y es que requieren una gran zona de cobertura que sea amplia para así poder capturar tanta luz como sea posible. Sus creadores aseguran que, al conseguir una mayor área de cobertura, se generara más energía y un menor costo de fabricación. (20)

4. Paneles solares compuesto con plástico

Una de las grandes metas que varios científicos se han planteado es poder Lograr materiales plásticos que superen los inconvenientes del silicio, para así poder fabricar paneles solares que sean flexibles, ultra delgados que permitan la posibilidad de usarse en cualquier superficie y por supuesto además sean baratos de producir, este es el propósito de múltiples empresas y equipos de investigación alrededor del mundo los cuales han realizados importantes avances en esta meta en los últimos años. La utilización de materiales plásticos es una de las alternativas que han obtenido un puesto significativo en los últimos años por sus prestaciones. Sus defensores afirman que estos son mucho más baratos y fáciles de obtener que el silicio. Además, que sus propiedades permiten que estos materiales sean muy flexibles, en la actualidad podemos encontrar paneles solares de este tipo tan finos, maleables y ligeros como una hoja de papel. Según los investigadores se podrían colocar en cualquier superficie donde llegue la luz del sol. También son Utilizados de forma líquida, otra de las aplicaciones de los materiales plásticos es que en teoría podrían convertirse en un tipo de pintura que generaría energía solar al aplicarse en una superficie donde la luz del sol llegue intensamente, también estos paneles ultra delgados se podrían emplear para recargar todo tipo de dispositivos electrónicos o para la ropa. Uno de los principales desafíos de estos materiales es poder alcanzar el rendimiento que proporciona el silicio. Ya que Una placa convencional puede tener llegar a obtener una eficiencia de hasta el 15%, mientras que las que son desarrolladas de plástico a duras penas superan el 8% de eficiencia. Uno más de sus inconvenientes es que son materiales sensibles a las condiciones del entorno exterior, provocando que sus propiedades disminuyan con el tiempo. Sus defensores creen que la superación de estos inconvenientes no está muy lejos, ya que en los

últimos años se han logrado mejoras impresionantes. (21)
utilizando el método de sándwich, el que consiste en unir varias capas del material para poder aumentar la eficiencia al 17%, varios investigadores aseguraron que la eficiencia aumenta hasta un 25%, logrando que los paneles solares orgánicos de plástico y carbono tengan más eficiencia que los tradicionalmente. (11)

5. Celda Graetzel

En la actualidad Una de las celdas que en especial se estudia es la Celda Grätzel que se compone de TiO_2 (dióxido de titanio – material semiconductor) pintado con un colorante, un electrolito (solución de yodo), dos electrodos de vidrio con una capa conductora y transparente (SnO_2), y un catalizador (grafito o platina) que actúa de una forma muy similar a la fotosíntesis con ciertas características que puede llegar a ser muy prometedoras. Por este gran descubrimiento el Prof. Grätzel ganó el Premio Tecnológico del Milenio en el 2010. En la actualidad varios científicos están preparando una primera producción industrial. Ya que en su fabricación se utilizan materiales que son simples, se espera que en el futuro exista una importante reducción de los precios de producción. Lo que no sucederá con las celdas cristalinas de silicio, esta celda tiene una importante ventaja y es que la eficiencia aumenta con respecto al aumento de la temperatura. (19)

6. Paneles con sulfuro de estaño dopado con bismuto o de zinc dopado con indio

Otra de las combinaciones de elementos para la creación o investigación de paneles solares son muy prometedoras y podrían reemplazar a gran medida el uso de paneles solares de silicio u materiales tóxicos, entre estos elementos está, el sulfuro de estaño dopado con bismuto y el sulfuro de zinc dopado con indio que son materiales muy aptos para la elaboración de paneles solares, según varias de las conclusiones de un estudio realizado en la UN. Estos elementos podrían constituir una opción eficiente ante los que se usan hoy que son costosos y lo peor son perjudiciales para la salud. Estos paneles solares pueden ser una opción clara de transformación de energía, ya que según los estudios no producen contaminación y además poseen buenos resultados en materia de eficiencia. Según la investigadora Mónica Botero, doctora en Ciencias-Física de la Universidad Nacional (UN) de Colombia, descubrió a través de un

estudio una opción viable y nueva para la elaboración de paneles solares con elementos que no son tóxicos para la salud. Esta investigación fue dirigida por el profesor del Departamento de Física de la UN Gerardo Gordillo. Una de las dificultades al utilizar elementos como telurio de cadmio, cobre indio galio selenio es que son muy costosos y escasos en la naturaleza. Lo que dificulta su fabricación.

Uno de los aspectos a tener en cuenta es que los elementos como el telurio y el cadmio son elementos altamente tóxicos para la salud. Una de las propuestas de la investigadora Botero es utilizar las siguientes combinaciones de elementos como el sulfuro de estaño (SnS), al sulfuro de estaño dopado con bismuto (SnS: Bi) y al sulfuro de zinc dopado con indio (ZnS: In) que se utilizarían para fabricar las dos capas de la celda solar, la cual permitiría la absorción de la energía del sol y así transportarla. Este tipo de celdas se clasifican como homojuntura (emplean el mismo semiconductor), ya que al ser de esta clasificación se presentan menores pérdidas de corriente lo cual beneficia a la eficiencia de la misma, se prevé que las eficiencias de estas celdas puedan llegar hasta un 25% en comparación del 19.9% de las celdas de película delgada fabricados tradicionalmente (12)

7. Panel solar de Perovskita

Los paneles solares que se utilizan hoy en día solo ofrecen una eficiencia de un tercio, este fenómeno es más conocido por los científicos como el límite Shockley-Queisser los cuales esta basados en los paneles solares de silicio. Este problema es cuestión del pasado según unos científicos que han realizado un descubrimiento que podría cambiar de manera significativa este límite pues descubrieron un nuevo material que en teoría podría reemplazar el uso del silicio y así poder duplicar la eficiencia de los paneles por supuesto sin afectar su costo de producción. Este descubrimiento ha logrado que la eficiencia obtenida se suponga como un record mundial de eficiencia en paneles solares. El nombre de este elemento es "perovskita híbrida". La cual posee una estructura cristalina de este material y además contiene materiales que son inorgánicos, como el yodo y el plomo, así también contiene materiales orgánicos como el metil-amonio y bismuto el cual sustituirán al plomo el cual es un material toxico, esto se logra ya que el bismuto y el plomo son isoelectronicos, quiere decir que poseen el mismo número de electrones de valencia, Con esta combinación de materiales se puede

conseguir que dos tercios de la luz que obtiene a través del sol se conviertan en energía eléctrica limpia evitando que existan fugas o pérdidas en forma de energía calórica. Este material promete permitir la creación de paneles solares más finos en comparación a los creados con silicio, además adoptando unas propiedades que además de ser más flexibles, eficientes sean más baratos, y fáciles de fabricar. (22), (35). Según los investigadores de la Universidad Rey Juan Carlos y otros centros españoles La perovskita híbrida de metilamonio posee una eficiencia de un 20% comprobada, lo que la convierte en una de las alternativas más económicas a las actuales tecnologías para la fabricación células solares de lámina delgada, ya que esta se puede fabricar de una manera mucho más sencillas y a bajas temperaturas (<150°C), al poder trabajar a estas bajas temperaturas se puede crear láminas de celas solares más delgas que las que existen en la actualidad, como las del telurio de cadmio(cdt) ya que la temperatura para su fabricación es de (>500°C). haciendo que su fabricación sea muy costosa (24). Al combinar este material con otro como el cobre se puede convertir en un superconductor expandiendo mucho más sus características. Según estudios realizados por investigadores del Instituto de Investigación Química de Corea, pudieron constatar que en la fabricación de celdas solares de perovskita el incremento de la eficiencia de esta podría llegar a un 20.1% en 5 años, si comparamos el rendimiento de las celdas de perovskita con las celdas de silicio, que son las más utilizados se puede evidenciar que la capacidad de transformación de energía solar es es mucho mayor en las células de perovskita, que en las células de silicio ya que estas celdas de silicio solo lograron solo su actual eficiencia de 25% en 20 años de investigación. Los materiales para la sintetización de la perovskita son muy comunes en el subsuelo, lo que permite que su fabricación sea económica y no tenga inconvenientes por falta de materiales, los investigadores se proponen la meta que en los próximos años las celdas de perovskita se puedan fabricar aún más delgadas y como consecuencia mucho más flexible. (23). La meta más importante es poder aumentar la eficiencia. De estas celdas sin afectar el costo de producción y que en las pruebas de laboratorios se lograron eficiencias de casi un 45%. Una de las grandes dificultades es que al ser una tecnología la cual no se le presto mucha atención en un principio aun arian faltan unos años para que estas celdas de mejores prestaciones como la eficiencia sean fáciles de encontrar comercialmente a precios competitivos o incluso más económicos que los

tradicionales de silicio. Para celdas de estas características se determinó que en teoría solo se puede convertir un máximo de 33.7% de la energía solar en energía eléctrica, para lograr un mejor aprovechamiento de la energía solar lo más apropiado es usar celdas combinadas de varias capas. (19)

8. Virus M13

Tras años de investigaciones, miembros del MIT encontraron que para la transformación de energía solar a energía eléctrica se puede utilizar un virus. Específicamente hablando el virus M13, sus características lo convierten en el ideal, ya que es capaz de coordinar nanotubos de carbono en las células solares, al coordinar los nanotubos se consigue aumentar la eficiencia de energía de un 30%, según los investigadores. Según estos científicos los nanotubos de carbono aumentarían la eficiencia de las células fotovoltaicas, ya que estos agrupan o atraen los electrones dispersos en la superficie en toda la célula que produce electricidad. Uno de los más grandes inconvenientes que se obtiene al utilizar nanotubo de grafito es que el material tiene dos comportamientos muy diferentes ya que unos funcionan como semiconductores y otros como cables, ocasionando que estos interfieran los unos a los otros provocando serios problemas. Una de las características de este virus es que tienen la facilidad de convertir en hidrosolubles a los nanotubos, esto quiere decir que permite que éstos se incorporen a las células solares a temperatura ambiente, lo cual reduce el coste de fabricación. Este virus fue modificado genéticamente para que produzca una capa de dióxido de titanio, una característica esencial en las células Graetzel. Gracias a las modificaciones genéticas del virus los investigadores aseguran que las celdas solares han podido elevar su eficiencia en un tercio: pasando del 8 al 10,6%, aunque el aumento de la eficiencia sea algo bueno se debe tener en cuenta que este tipo de celdas solares siempre ha tenido una eficiencia muy baja si las comparamos con otro tipo de celdas solares. (25).

Contraste y Comparación de materiales

Para lograr determinar que material es mejor al momento de la fabricación y desecho de los paneles solares, se compila la información en la Tabla No. 2 (anexos), en la cual se contrastan los diferentes materiales que pueden ser utilizados para la fabricación de paneles solares. Clasificándolos según sus características como materiales, componentes,

sus propiedades químicas, escasas o abundancia en la naturaleza, daños a la salud y al medio ambiente, según el análisis de todas estas características se valora la toxicidad, catalogándola en niveles como, bajo, medio y alto. Al analizar los niveles de toxicidad de los diferentes materiales presentados en la Tabla No.2, se puede encontrar que materiales presentan mayores ventajas y cuáles no, para la producción de paneles solares fotovoltaicos. En la Tabla No. 1 se encuentra la clasificación de los materiales la cual evalúa su toxicidad tomado los vales de la tabla 2 según su rango de evaluación al momento de unir sus componentes y contrastando su eficiencia la cual está inmersa en la información bibliográfica.

Tabla No.1			
MATERIAL		TOXICIDAD	EFICIENCIA
Silicio	Silicio mono Cristalino	ALTA	25,6 % ± 0,5 %
	Silicio Amorfo		10,5% ± 0,3%
	Silicio poli cristalino		20,8% ± 0,5%
Módulos de CdTe, CIS, CIGS		MEDIA	10%-30%-45%
Célula De Carbono Y Plástico		MEDIA	15%-17%-25%
Celda Gratzel		BAJA	10%
Arseniuro de galio(gaAs)			45%
Sulfuro	Sulfuro de estaño(sns)	MEDIA	25%
	Sulfuro de estaño dopado con bismuto(sns:bi)	BAJA	
	Sulfuro de zinc dopado con indio(zns:in)	ALTA	
Perovskita hibrida		MEDIA	25%
Virus m13			8-10.6%

Alternativa De Material Con La Mayor Viabilidad.

Actualmente en el mercado se encuentra hoy otros tipos de paneles solares que son mucho menos conocido y que podría llegar a competir con los obsoletos paneles solares con células de silicio o arseniuro de galio: los paneles solares orgánicos han sido objeto de diversos estudios por un grupo de científicos chinos, los

cualeshan conseguido mejorar extraordinariamente esta tecnología, lo que le da un gran impulso para que estos se posicionen en la misma categoría de eficiencia que los paneles solares que se utilizan actualmente.

Por lo general para la fabricación de las células fotovoltaicas se utiliza silicio o arseniuro de galio, pero los paneles solares orgánicos utilizan lo que se conoce como células de carbono y plástico, ocasionando que su fabricación sea mucho más económica. Esta es una de sus primeras ventajas, otra ventaja en comparación a los paneles solares rígidos, es que estos materiales les confieren unas propiedades de flexibilidad en su estructura lo cual permitiría instalarlos en superficies que no tienen por qué ser planas.

En teoría, una de las causas por la que los paneles solares fotovoltaicos orgánicos (los de carbono y plástico), no han logrado suplantar a los paneles solares rígidos de materiales tóxicos es su baja eficiencia sin importar que su coste de producción sea mucho menor según los primeros estudios de laboratorio realizados eran un 50% menos eficiente que los diseños convencionales, ya que su eficiencia solo estaba rondando entre el 7% y el 10%. Pero gracias a las nuevas tecnologías que cada día van desarrollando los investigadores chinos podrían enmendar esta gran desventaja. Una de las propuestas que este grupo de científicos tiene planeado para poder incrementar la eficiencia de estas células fotovoltaicas orgánicas es fabricarlas en forma de un sándwich de dos capas de material activo las cuales sean capaces de poder absorber diferentes longitudes de onda de la luz solar. Esta idea fue inspirada de las celdillas de los paneles OLED las que son utilizados en la fabricación de televisores, las cuales también son de tipo orgánico.

Gracias a este sistema de sándwich se puede afirmar que su eficiencia se incrementó de una forma satisfactoria. Según las diversas pruebas que los científicos realizaron y han hecho publicado esta eficiencia se incrementa hasta alcanzar una un porcentaje del 17%, lo que la posiciona en el grupo de paneles solares como los de silicio o arseniuro de galio. Gracias a los nuevos avances en la tecnología Los investigadores han asegurado que podrían incrementar esta eficiencia hasta alcanzar el 25%, lo que ocasionaría que los paneles solares orgánicos sean mucho más eficientes que los convencionales utilizados actualmente y con un costo de fabricación mucho más

económico lo cual beneficiaría mucho su uso globalmente. (11)

VIII. CONCLUSIONES

Al analizar los diversos datos obtenidos sobre la eficiencia y los materiales utilizados para la fabricación de paneles solares que se recopilaron en distintas tablas podemos concluir que:

- Los paneles solares fabricados con materiales relativamente tóxicos tienen una eficiencia mayor que los paneles fabricados con materiales con menor toxicidad
- Si se busca un panel solar fabricado con materiales amigables con el medio ambiente que no representen un peligro a la hora de su fabricación y de su posterior desecho las más recomendables serían las celdas fabricadas con plástico y carbono ya que esta utiliza materiales que no representan niveles altos de riesgo para la salud o el medio ambiente y entregan una eficiencia hasta de un 25% en óptimas condiciones.
- La celda Graetzel es una muy buena alternativa al momento de la fabricación de paneles, ya que están compuestos de dióxido de titanio dióxido de estaño y platino, compuestos con un rango bajo de toxicidad, esto se puede observar en la tabla No 1, pero no se tiene datos específicos o un resultado acerca de su eficiencia ya que solo es un proceso de investigación, hasta el momento.
- El virus M13 es un compuesto que se puede adicionar a cualquier celda fotovoltaica aumentando su eficiencia de conversión energética en un 30%, esto se hace agrupando los electrones dispersos en la superficie de la célula para producir electricidad ya que este virus capaz de coordinar los nanotubos de carbono en las células solares. También es importante resaltar que si los virus son modificados genéticamente pueden producir una capa de dióxido de titanio el cual es un ingrediente esencial en las células Graetzel.
- Las perovskitas híbridas son mucho más económicas para la fabricación de células solares de lámina delgada, sin embargo, se comercialización presenta

problemas ya que contiene plomo el cual es incompatible con “las tecnologías verdes”, pero se puede cambiar o solucionar esto si se utiliza bismuto como elemento dopante, el cual es un elemento isoelectrónico al plomo con el mismo número de electrones de valencia, con radio iónico similar y una menor toxicidad

IX. RECOMENDACIONES

Para la fabricación de los paneles solares, se hace una serie de sugerencias con respecto a toda la información adquirida a lo largo de la investigación plasmada en este documento. Estas son los posibles consejos:

- Evitar la utilización de materiales no recomendados en la fabricación de paneles solares, beneficiaria en gran medida a la reducción de desechos contaminantes.
- El uso de materiales reciclables como el PET para la fabricación de paneles solares ayudaría a reducir el daño ambiental que estos provocan y los convertiría en una opción adecuada para la obtención de energía limpia.
- La implementación de la tecnología oled para la fabricación de celdas solares con materiales flexibles ayudaría a aumentar en un porcentaje la eficiencia.
- Si se utiliza gran cantidad de paneles solares de materiales convencionales para la generación de energía eléctrica, el usuario debería tener en claro la forma adecuada de desecharlos al fin de su vida útil y se debería depositar en un vertedero adecuado donde los materiales que se degraden no se filtren al subsuelo.
- Si se implementara un programa de reciclaje sencillo y sin riesgo para algunos elementos de soporte de los paneles solares, estos se podrían reutilizar para la construcción de nuevos soportes.

X. BIBLIOGRAFÍA

(1) Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21). Global Status Report 2013. [En línea] 2019 <http://www.ren21.net/gsr>.

(2) C. E. Marín, “La energía solar fotovoltaica”, Nimbus, n.º 13-14, pp. 5-31, 2004. [Online]. Disponible

en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/173549.pdf>

(3) L. Bird et al., “Wind and solar energy curtailment: A review of international experience”, *Renew. Sustain. Energy Rev*, vol. 65, pp. 577-586, 2016. [Online]. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.082>

(4) L. M. Peter, “Towards sustainable photovoltaics: the search for new materials”, *Philos. Trans. A. Mat*

(5) I. B. Salbidegoitia García, “Energía Solar”, *DYNA*, vol. 83, n.º 9, pp. 561-566, Dic. 2008. [Online]. Disponible en <https://es.scribd.com/document/325763315/2411DYNAINDEX-pdf>

(6) E. Lorenzo, “Retratos de la conexión fotovoltaica a la red (iv) seguidores y huertas solares”, *Era Sol.*, vol. 119, n.º iv, pp. 6-23, 2004. [Online]. Disponible en <https://www.fotovoltaica.com/retrato6.pdf>

(7) Madridsolar, Guía de la energía solar. Madrid: Madridsolar, 2006. [Online]. Disponible en <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-laenergia-solar-fenercom.pdf>

(8) C. E. L. Latunussa, F. Ardente, G. A. Blengini y L. Mancini, “Life Cycle Assessment of an innovative recycling process for crystalline silicon photovoltaic panels”, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 146, pp. 101111, 2016. [Online]. doi: <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2016.03.020>

(9) O. Cucaita, & O. Cabeza.. Tendencias en ingeniería de materiales para la fabricación de células solares fotovoltaicas . (agosto 2017). . [Online]. Disponible en https://revistas.ucc.edu.co/html_revistas/IngSol/13%2823%29/13%2823%2911/13%2823%2911.html

(10) Hurtado, O & Cabeza, I. (agosto 2017). Tendencias en ingeniería de materiales para la fabricación de células solares fotovoltaicas. (agosto 2017).

(11) Lopez, J. Los paneles solares orgánicos se lo ponen muy difícil a los convencionales: son más baratos, flexibles y cada vez más eficientes. (agosto 2018). [Online] <https://www.xataka.com/energia/paneles-solares-organicos-se-ponen-muy-dificil->

convencionales-baratos-flexibles-cada-vez-eficientes. Citado el 7 de octubre de 2019

(12) Torres, M. Materiales no tóxicos para la fabricación de celdas solares. (SF). [Online] <http://historico.unperiodico.unal.edu.co/ediciones/116/12.html>. Citado el 7 de octubre de 2019

(13) DeltaVolt. Paneles solares de silicio. [Online] Disponible en <https://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar/panel-solar-cristalino>. Citado el 7 de octubre de 2019.

(14) Fernández, M. El lado oscuro de los paneles solares (marzo 2014) [Online] Disponible en <https://obrasweb.mx/soluciones/2014/03/28/el-lado-oscuro-de-los-paneles-solares>. Citado el 7 de octubre de 2019

(15) Lenntech. Propiedades químicas del silicio. (SF). [Online] Disponible en <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/si.htm#ixzz61jVlhaio>. Citado el 8 de octubre de 2019

(16) SolarEnergía. Componentes de los paneles solares en playa del Carmen, septiembre 2018 [Online] Disponible en <https://www.yanopagoluz.mx/blog/index.php/2018/09/12/componentes-de-los-paneles-solares-en-playa-del-carmen/?fbclid=IwAR0UYaXoZjpKZLNmQyjlrB037W6D5pf2-uHMdhWJ06fkbbW1Y1DTzYxwXlk>, Citado el 29 de octubre de 2019

(17) En light. La celda fotovoltaica como una de las partes del panel solar, (SF). [Online] Disponible en https://blog.enlight.mx/la-celda-fotovoltaica-panel-solar?fbclid=IwAR1kVqRjvV5_wJ8NzwcASawxEfS1rgIMBk6MRCLKz9L6oZN3csNbzBw6sz. Citado el 29 de octubre de 2019

(18) Delta Volt. Paneles solares de silicio, (SF). [Online] Disponible en <https://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar/panel-solar-cristalino>. Citado el 29 de octubre de 2019

(19) Delta Volt. Paneles solares, tipos y eficiencias (SF) [Online] Disponible en <https://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar/paneles-solares>. Citado el 29 de octubre de 2019

(20) Energías Renovables. Arseniuro de galio, [Online] Disponible en <https://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar/paneles-solares>. Citado el 29 de octubre de 2019

(21) Energías Renovables. Arseniuro de galio, [Online] Disponible en <https://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar/paneles-solares>. Citado el 29 de octubre de 2019

¿sustituto del silicio fotovoltaico?, mayo de 2010. [Online] Disponible en <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/arseniuro-de-galio-iquest-sustituto-del>. Citado el 29 de octubre de 2019

(21) Fernández, A. Paneles solares de plástico. Abril de 2010. [Online] Disponible en <https://www.consumer.es/medio-ambiente/paneles-solares-de-plastico.html> Citado el 29 de octubre de 2019

(22) García, A. Un nuevo material duplica la eficiencia de los paneles solares. Abril de 2017. [Online] Disponible en <https://www.adslzone.net/2017/04/10/un-nuevo-material-duplica-la-eficiencia-de-los-paneles-solares/> Citado el 29 de octubre de 2019

(23) Noguera, O. Factores físicos y de diseño que intervienen en la eficiencia de los paneles solares construidos con nuevos materiales fotovoltaicos. 2017. [Online] Disponible en <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00003978.pdf>. Citado el 29 de octubre de 2019

(24) SINC. Perovskita híbrida para fabricar células más baratas. Marzo de 2017. [Online] Disponible en <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Perovskita-hibrida-para-fabricar-celulas-solares-mas-baratas>. Citado el 29 de octubre de 2019

(25) Berazaluze, I. Virus para mejorar la eficiencia de los paneles solares. Abril de 2011. [Online] Disponible en <http://blogs.lainformacion.com/futuretech/2011/04/26/virus-para-mejorar-la-eficiencia-de-los-paneles-solares/>. Citado el 29 de octubre de 2019

(26) Energía Solar. Panel fotovoltaico. Febrero de 2018. [Online] Disponible en <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/panel-fotovoltaico>. Citado el 29 de octubre de 2019

(27) Aguirre, A & Hernández, D & Martínez, L. Comparación de eficiencias de comparación. [Online]. Disponible en http://rcm.gov.co/images/2016/MEMORIAS_METROCOL_2016/8-Trabajos-Tecnicos/8-5%20Comparacion%20de%20eficiencias%20de%20conversion-8.5.pdf. Citado el 29 de octubre de 2019

(28) Dini, J. Desechos de paneles solares, un problema de eliminación. Diciembre de 2018. [Online] Disponible en http://www.mitosyfraudes.org/Nuke/desechos_paneles_solares.html. Citado el 31 de octubre de 2019

(29) Ecologistas en acción. Fotovoltaica, Impacto ambiental. 2007. [Online] Disponible en <https://www.ecologistasenaccion.org/10057/impacto-ambiental/>. Citado el 31 de octubre de 2019

(30) Shellemberg, M. If Solar Panels Are So Clean, Why Do They Produce So Much Toxic Waste?. Mayo de 2018. [Online] Disponible en <https://www.forbes.com/sites/michaelshellenberger/2018/05/23/if-solar-panels-are-so-clean-why-do-they-produce-so-much-toxic-waste/#5b306246121c>. Citado el 31 de octubre de 2019

(31) Lenntech. Propiedades químicas de los elementos , Efectos sobre la salud, Efectos ambientales de los elementos .(SF). [Online] Disponible en <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/index.htm>. Citado el 19 de noviembre

(32) PACKIS. PET (Polietilentereftalato). (SF) [Online] Disponible en <http://www.packsys.com/blog/pet-polietilentereftalato/>. Citado el 19 de noviembre

(33) Secretaria del Medio Ambiente México. ¿Que es Polietileno-Tereftalato?(SF). [Online] Disponible en https://sma.edomex.gob.mx/que_es_polietileno_tereftalato. Citado el 19 de noviembre

(34) Sanchez, A. Síntesis caracterización y propiedades dieléctricas de perovskitas híbridas de interés fotovoltaico. Septiembre de 2017. [Online] Disponible en https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/19690/FuenteFerreiro_Borja_TFM_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Citado el 20 de noviembre de 2019

(35) Energías renovables. Bismuto, la alternativa para fabricar células solares de perovskita sin plomo y muy estables. Agosto de 2019. [Online] Disponible en <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/bismuto-la-alternativa-para-fabricar-celulas-solares-20190826>. Citado el 20 de noviembre de 2019

XI. ANEXOS

TABLA No.2					
Evaluación De Los Diferentes Compuestos De Los Materiales					
TITULO REFERENTE	MATERIAL O COMPONENTE	PROPIEDADES QUÍMICAS	ESCASES O ABUNDANCIA EN LA NATURALEZA	DAÑOS A LA SALUD O AL MEDIO AMBIENTE	TOXICIDAD (ALTA-MEDIA-BAJA)
Módulos fotovoltaicos de silicio. (31)	Silicio cristalino (Si)	Es un metaloide con marcado lustre metálico y sumamente quebradizo. Por lo regular, es tetravalente en sus compuestos, aunque algunas veces es divalente, y es netamente electropositivo en su comportamiento químico. Además, se conocen compuestos de silicio pentacoordinados y hexacoordinados.(31)	El silicio es el elemento electropositivo más abundante de la corteza terrestre(31)	<p>Salud: Diversos estudios epidemiológicos han informado de números estadísticamente significativos de exceso de muertes o casos de desorden inmunológico y enfermedades autoinmunes en trabajadores expuestos al silicio. Estas enfermedades y trastornos incluyen scleroderma, artritis reumatoide, eritematosis sistémica y sarcoidosis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El silicio cristalino puede afectar el sistema inmunitario, resultando en infecciones micro bacterianas (tuberculosas y no tuberculosas) o fúngicas, especialmente en trabajadores con silicosis. La exposición ocupacional al silicio cristalino respirable está asociada con bronquitis, enfermedad crónica de obstrucción pulmonar (COPD) y enfisema. Algunos estudios epidemiológicos sugieren que estos efectos sobre la salud pueden ser menos 	ALTA

				<p>frecuentes o ausentes en los no fumadores. (31)</p> <p>Ambiente: El silicio es un metaloide que no se degrada ni se descompone con facilidad, por lo que no puede ser reutilizado ni regenerado</p>	
<p>Módulos de CdTe(Cadmio y Teluro), CIS(Cobre, indio y selenio), CIGS(cobre, indio, galio y selenio). (31)</p>	<p>Cadmio(Cd)</p>	<p>Elemento químico relativamente raro, símbolo Cd, número atómico 48; tiene relación estrecha con el zinc, con el que se encuentra asociado en la naturaleza. Es un metal dúctil, de color blanco argentino con un ligero matiz azulado. Es más blando y maleable que el zinc, pero poco más duro que el estaño.</p>	<p>El cadmio no se encuentra en estado libre en la naturaleza, y la greenockita (sulfuro de cadmio), único mineral de cadmio, no es una fuente comercial de metal. Casi todo el que se produce es obtenido como subproducto de la fundición y refinamiento de los minerales de zinc, los cuales por lo general contienen de 0.2 a 0.4%. Estados Unidos, Canadá, México, Australia, Bélgica, Luxemburgo y República de Corea son fuentes importantes, aunque no todos son productores. El Cadmio puede ser encontrado mayoritariamente en la corteza terrestre. Este siempre ocurre en combinación con el Zinc. El Cadmio también consiste en las industrias como inevitable subproducto del Zinc, plomo y cobre extracciones. (31)</p>	<p>Salud: La toma por los humanos de Cadmio tiene lugar mayormente a través de la comida. Los alimentos que son ricos en Cadmio pueden en gran medida incrementar la concentración de Cadmio en los humanos. Ejemplos son patés, champiñones, mariscos, mejillones, cacao y algas secas. Una exposición a niveles significativamente altas ocurre cuando la gente fuma. El humo del tabaco transporta el Cadmio a los pulmones. La sangre transportará el Cadmio al resto del cuerpo donde puede incrementar los efectos por potenciación del Cadmio que está ya presente por comer comida rica en Cadmio. Otra alta exposición puede ocurrir con gente que vive cerca de los vertederos de residuos peligrosos o fábricas que liberan Cadmio en el aire y gente que trabaja en las industrias de refinerías del metal. (32)</p> <p>Ambiente: El Cadmio es fuertemente adsorbido por la materia orgánica del suelo. Cuando el Cadmio está presente en el suelo este puede ser extremadamente peligroso, y la toma a través de la comida puede incrementar. Los suelos que son ácidos aumentan la toma de Cadmio por las</p>	<p>ALTA</p>

				plantas. Esto es un daño potencial para los animales que dependen de las plantas para sobrevivir. El Cadmio puede acumularse en sus cuerpos, especialmente cuando estos comen muchas plantas diferentes. Las vacas pueden tener grandes cantidades de Cadmio en sus riñones debido a esto. (32)	
Teluro (Te)	<p>Telurio. Elemento miembro de la familia de los calcógenos. Tiene por símbolo atómico Te, número atómico 52 y peso atómico 127.60. Ha sido utilizado como agente colorante y en la manufactura de equipo eléctrico.</p> <p>Un metaloide plata-blanco frágil que se parece a la lata, químicamente se relaciona con el Selenio y el sulfuro .</p>	<p>El telurio constituye aproximadamente el 10⁻⁹ % de la roca ígnea que hay en la Tierra. Se encuentra como elemento libre, asociado algunas veces con selenio, y también existe como telururo de silvanita (teluro gráfico), nagiagita (telurio negro), hessita, tetradimita, altaita, coloradoita y otros telururos de plata y oro, así como el óxido, telurio ocre.</p>	<p>Salud: Afortunadamente, los compuestos del telurio se encuentran muy raramente. Son teratógenos y deben ser manejados solamente por químicos competentes ya que la ingestión incluso en pequeñas cantidades provoca un terrible mal aliento y un espantoso olor corporal.</p> <p>Ambiental: No es peligroso o es fácilmente transformado en inocuo por procesos naturales.</p> <p>Cuando es calentado para descomponerlo, el cloruro de teluro puede emitir vapores tóxicos de teluro y cloro.</p>	BAJA	
Indio	<p>El indio es un elemento químico de aspecto lustroso plateado grisáceo con número atómico 49. Su símbolo es In y pertenece al grupo de los metales del bloque p y su estado habitual en la naturaleza es sólido. El indio está situado en la</p>	<p>Se encuentra aproximadamente en un 0.000001% en la corteza terrestre y normalmente en concentraciones de 0.1% o menores. Se halla distribuido ampliamente en muchas minas y minerales y se recobra en gran parte de los conductos de polvo y residuos de las operaciones de procesamiento de</p>	<p>Salud: Los compuestos del indio se encuentran muy raramente. Todos los compuestos del indio deben ser considerados como altamente tóxicos. Los compuestos del indio provocan daños en el corazón, riñones e hígado y pueden ser teratógenos.</p>	ALTA	

		posición 49 de la tabla periódica.	zinc.		
	Galio (Ga)	Elemento químico, símbolo Ga, número atómico 31 y peso atómico 69.72. lo descubrió Lecoq de Boisbaudran en Francia en 1875. Tiene un gran intervalo de temperatura en el estado líquido, y se ha recomendado su uso en termómetros de alta temperatura y manómetros. En aleación con plata y estaño, el galio suple en forma adecuada la amalgama en curaciones dentales; también sirve para soldar materiales no metálicos, incluyendo gemas o amtales.	Se trata de un elemento químico que no existe libre en la naturaleza, que se crea artificialmente (surge como subproducto en la fabricación del aluminio) y que junto al mercurio, el cesio y el rubidio, constituyen los únicos 4 metales capaces de mantenerse en estado líquido a temperatura ambiente.	Salud: Aunque no es peligroso en pequeñas cantidades, el galio no debe ser consumido a propósito en grandes dosis. Algunos compuestos del galio pueden ser de hecho muy peligrosos Ambiente: Una controversia con el galio involucra las armas nucleares y la polución. El galio es usado para unir las minas entre sí. Sin embargo, cuando las minas se cortan y se forma polvo de óxido de plutonio, el galio permanece en el plutonio. El plutonio se ve inutilizado para su uso como combustible porque el galio es corrosivo para varios otros elementos. Si el galio es eliminado, sin embargo, el plutonio se vuelve útil de nuevo. El problema es que el proceso para eliminar el galio contribuye a una gran cantidad de polución en el agua con sustancias radiactivas. El galio es un elemento ideal para ser usado en minas, pero la polución es destructiva para La Tierra y para la salud de sus habitantes.	MEDIA
	Cobre (Cu)	Elemento químico, de símbolo Cu, con número atómico 29; uno de los metales de transición e importante metal no ferroso. Su utilidad se debe a la combinación de sus propiedades químicas, físicas y mecánicas, así	La mayor parte del cobre del mundo se obtiene de los sulfuros minerales como la calcocita, covelita, calcopirita, bornita y enargita. Los minerales oxidados son la cuprita, tenorita, malaquita, azurita, crisocola y brocantita. El cobre natural, antes abundante en Estados Unidos, se extrae ahora sólo en Michigan. El grado del mineral empleado en la	Salud: La exposición profesional al Cobre puede ocurrir. En el Ambiente de trabajo el contacto con Cobre puede llevar a coger gripe conocida como la fiebre del metal. Esta fiebre pasará después de dos días y es causada por una sobre sensibilidad. Exposiciones de largo periodo al cobre pueden irritar la nariz, la boca y los ojos y causar dolor de	BAJA

		<p>como a sus propiedades eléctricas y su abundancia. El cobre fue uno de los primeros metales usados por los humanos.</p>	<p>producción de cobre ha ido disminuyendo regularmente, conforme se han agotado los minerales más ricos y ha crecido la demanda de cobre. Hay grandes cantidades de cobre en la Tierra para uso futuro si se utilizan los minerales de los grados más bajos, y no hay probabilidad de que se agoten durante un largo periodo.</p>	<p>cabeza, de estómago, mareos, vómitos y diarreas. Una toma grande de cobre puede causar daño al hígado y los riñones e incluso la muerte. Si el Cobre es cancerígeno no ha sido determinado aún.</p> <p>Ambiente: El Cobre puede seriamente influir en el proceso de ciertas tierras agrícolas, dependiendo de la acidez del suelo y la presencia de materia orgánica. A pesar de esto el estiércol que contiene Cobre es todavía usado.</p> <p>El Cobre puede interrumpir la actividad en el suelo, su influencia negativa en la actividad de microorganismos y lombrices de tierra. La descomposición de la materia orgánica puede disminuir debido a esto.</p> <p>Cuando los suelos de las granjas están contaminados con Cobre, los animales pueden absorber concentraciones de Cobre que dañan su salud. Principalmente las ovejas sufren un gran efecto por envenenamiento con Cobre, debido a que los efectos del Cobre se manifiestan a bajas concentraciones.</p>	
<p>Módulos de arseniuro de galio. (31)</p>	<p>Arsénico (As)</p>	<p>El arsénico es un elemento químico de la tabla periódica cuyo símbolo es As y el número atómico 33.</p>	<p>El arsénico se encuentra distribuido ampliamente en la naturaleza (cerca de $5 \times 10^{-4}\%$ de la corteza terrestre). El Arsénico puede ser encontrado de</p>	<p>Salud: El Arsénico es uno de los más tóxicos elementos que pueden ser encontrados. Debido a sus efectos tóxicos, los enlaces de Arsénico inorgánico ocurren en la tierra naturalmente en</p>	<p>ALTA</p>

		<p>Raramente se presenta de forma sólida, aunque pertenece al grupo de los semimetales, ya que muestra propiedades metálicas y no metálicas.</p> <p>Presenta tres estados alotrópicos, gris metálico, amarillo y negro.</p> <p>“El Arseniuro de galio (GaAs) es un compuesto de galio y arsénico. Es un importante semiconductor y se usa para fabricar dispositivos como circuitos integrados a frecuencias de microondas, diodos de emisión infrarroja, diodos láser y células fotovoltaicas.”</p>	<p>forma natural en la tierra en pequeñas concentraciones. Esto ocurre en el suelo y minerales y puede entrar en el aire, agua y tierra a través de las tormentas de polvo y las aguas de escorrentía.</p>	<p>pequeñas cantidades. Los humanos pueden ser expuestos al Arsénico a través de la comida, agua y aire.</p> <p>Ambiente: El ciclo del Arsénico ha sido ampliado como consecuencia de la interferencia humana y debido a esto, grandes cantidades de Arsénico terminan en el Ambiente y en organismos vivos. El Arsénico es mayoritariamente emitido por las industrias productoras de cobre, pero también durante la producción de plomo y zinc y en la agricultura.</p> <p>Este no puede ser destruido una vez que este ha entrado en el Ambiente, así que las cantidades que hemos añadido pueden esparcirse y causar efectos sobre la salud de los humanos y los animales en muchas localizaciones sobre la tierra.</p>	
	Galio	<p>Elemento químico, símbolo Ga, número atómico 31 y peso atómico 69.72.</p>	<p>Se trata de un elemento químico que no existe libre en la naturaleza, que se crea artificialmente (surge como subproducto en la fabricación del aluminio)</p>		MEDIA
Paneles solares orgánicos compuestos de plástico	Carbono	<p>El carbono es único en la química porque forma un número de compuestos mayor que la suma total de todos los otros elementos</p>	<p>Dependiendo de las condiciones de formación, puede encontrarse en la naturaleza en distintas formas alotrópicas, carbono amorfo y cristalino en forma de grafito o diamante.</p>	<p>Salud: Los datos presentados aquí de peligros para la salud están basados en la exposición al negro de carbono, no carbono elemental. La inhalación continuada de negro de carbón puede</p>	BAJA

<p>(PET) y carbono. (31) (32) (33)</p>		<p>combinados. Con mucho, el grupo más grande de estos compuestos es el constituido por carbono e hidrógeno.</p>		<p>resultar en daños temporales o permanentes a los pulmones y el corazón.</p>	
	<p>PET (Tereftalato de Polietileno)</p>	<p>Es uno de los tipos de plásticos más utilizados en la fabricación de envases grado alimenticio a nivel mundial. Es un polímero obtenido por la reacción de poli condensación entre el ácido tereftálico y el etilenglicol que pertenece al grupo de los poliésteres.</p>	<p>El PET está hecho de petróleo crudo, gas y aire. Un kilo de PET está compuesto por 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire. A partir del petróleo crudo, se extrae el paraxileno y se oxida con el aire para dar ácido tereftálico. El etileno, que se obtiene a partir de derivados del gas natural, es oxidado con aire para formar etilenglicol. El PET se hace combinando el ácido tereftálico y el etilenglicol.</p>	<p>Salud: Aunque el PET no es considerado un material peligroso, el consumo excesivo de productos envasados en recipientes de este material puede ocasionar a largo plazo problemas en el sistema respiratorio y problemas en la piel por acción de los «ftalatos», compuestos químicos que se agregan para hacer el plástico más flexible y duradero, éstos pueden desprenderse con facilidad, por ejemplo, con altas temperaturas. Al ser liberados al líquido y ser ingerido, estas partículas se acumulan dentro del cuerpo.</p> <p>Ambiente: Recordemos que buena parte de las zonas altas en biodiversidad se encuentran rodeadas por poblaciones rurales, alejadas de las cabeceras municipales. En la gran mayoría no hay servicio de recolección de basura, aunque eso sí, hasta en las más apartadas llegan los camiones repartidores de las empresas que venden bebidas embotelladas (y muchos otros productos enpaquetados) que desde luego, no se hacen responsables de los desechos que generan. ¿Qué hacen con el PET las comunidades? lo «guardan», lo entierran o lo queman.</p>	<p>ALTA</p>

Celda Gratzel (31)	Oxigeno (O)		Elemento químico gaseoso, símbolo O, número atómico 8 y peso atómico 15.9994. Es de gran interés por ser el elemento esencial en los procesos de respiración de la mayor parte de las células vivas y en los procesos de combustión.	Es el elemento más abundante en la corteza terrestre. Cerca de una quinta parte (en volumen) del aire esoxígeno.		BAJA
	Dioxido de titanio (TiO ₂)	Titanio (Ti)	<p>Elemento químico, Ti, de número atómico 22 y peso atómico 47.90. Mientras que su comportamiento químico muestra muchas semejanzas con el del silicio y el zirconio, como un elemento del primer grupo de transición, la química de la solución acuosa, especialmente de los estados de oxidación más bajos, tiene algunas semejanzas con la del cromo y el vanadio</p> <p>El dióxido de titanio (TiO₂) es una sustancia inorgánica sólida de color blanco que es térmicamente estable, no inflamable, poco soluble y no</p>	El dióxido de titanio, TiO ₂ , se encuentra comúnmente en una forma negra o de color castaño conocida como rutilo. Las formas naturales que se encuentran menos en la naturaleza son la anatasita y la brooquita. Tanto el rutilo como la anatasita puros son de color blanco. El óxido básico negro, FeTiO ₃ , se encuentra en forma natural como el mineral llamado ilmenita; éste es la principal fuente comercial del titanio	<p>Salud: El titanio elemental y el dióxido de titanio tienen un nivel bajo de toxicidad. Animales de laboratorio (ratas) expuestos a dióxido de titanio por inhalación han desarrollado pequeñas áreas localizadas de polvo oscuro depositado en los pulmones. Una exposición excesiva en los humanos puede resultar en ligeros cambios en los pulmones.</p> <p>Efectos de la sobre-exposición al polvo de titanio: La inhalación del polvo puede causar tirantez y dolor en el pecho, tos, y dificultad para respirar. El contacto con la piel y los ojos puede provocar irritación. Vías de entrada: Inhalación, contacto con la piel, contacto con los ojos.</p>	BAJA

			clasificada como peligrosa según la (ONU) Sistema Globalmente Armonizado de las Naciones Unidas de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS)			
Dioxido de Estaño o Casiterita (SnO ₂)	Estaño (Sn)	<p>Elemento químico, de símbolo Sn, número atómico 50 y peso atómico 118.69. Se funde a baja temperatura; tiene gran fluidez cuando se funde y posee un punto de ebullición alto. es suave, flexible y resistente a la corrosión en muchos medios.</p> <p>El óxido estático, SnO₂, compuesto inorgánico es un polvo blanco, insoluble en ácidos y álcalis. Es un excelente opacador de brillo y componente de colorantes cerámicos rosas, amarillos y marrones y de cuerpos refractarios y dieléctricos. Es un importante agente pulidor del mármol y de las piedras decorativas.</p>	El mineral del estaño más importante es la casiterita, SnO ₂ . No se conocen depósitos de alta calidad de este mineral. La mayor parte del mineral de estaño del mundo se obtiene de depósitos aluviales de baja calidad.	<p>Salud: El estaño se aplica principalmente en varias sustancias orgánicas. Los enlaces orgánicos de estaño son las formas más peligrosas del estaño para los humanos. A pesar de su peligro son aplicadas en gran número de industrias, tales como la industria de la pintura y del plástico, y en la agricultura a través de los pesticidas. El número de aplicaciones de las sustancias orgánicas del estaño sigue creciendo, a pesar del hecho de que conocemos las consecuencias del envenenamiento por estaño.</p> <p>Ambiente: El estaño como simple átomo o en molécula no es muy tóxico para ningún tipo de organismo. La forma tóxica es la forma orgánica. Los compuestos orgánicos del estaño pueden mantenerse en el medio ambiente durante largos periodos de tiempo. Son muy persistentes y no fácilmente biodegradables.</p>	BAJA	

	Platino		<p>Es un metal noble blanco, blando y dúctil. Los metales del grupo del platino (platino, paladio, iridio, rodio , osmio y rutenio) Los metales del grupo del platino se utilizan mucho en el campo de la química a causa de su actividad catalítica y de su baja reactividad.</p> <p>Como catalizador, el platino se emplea en las reacciones de hidrogenación, deshidrogenación, isomerización, ciclización, deshidratación y oxidación.</p>	<p>Los metales del grupo del platino se encuentran ampliamente distribuidos sobre la tierra, pero su dilución extrema imposibilita su recuperación, excepto en circunstancias especiales.</p>	<p>Salud: El Platino es un metal noble. Las concentraciones de platino en el suelo, agua y aire son mínimas. En algunos lugares los depósitos, puede ser encontrado que son muy rico en platino, mayormente en Sur África, la Unión Soviética y Estados Unidos. El Platino es usado como componente de varios productos metálicos, como son los electrodos y este puede ser usado como catalizador en un número de reacciones químicas. Los enlaces del platino son a menudo aplicados en medicina para curar el cáncer. Los efectos sobre la salud del Platino están fuertemente ligados a la clase de enlace que estos forman y el nivel de exposición y la inmunidad de la persona que es expuesta.</p> <p>Ambiente: La aplicación del platino en productos metálicos no es conocido que cause muchos problemas ambientales</p>	BAJA
Paneles solares dopados con bismutos o de zinc dopado con Indio (31)	Sulfuro de Estaño Dopado Con Bismuto	Azufre (S)	<p>El azufre es un elemento químico de número atómico 16 y símbolo S (del latín sulphur). Es un no metal abundante con un color amarillo característico. Dicho elemento es generado en estrellas masivas en las que predominan temperaturas que provocan la fusión entre un núcleo de silicio y otro de helio en</p>	<p>El azufre se encuentra en forma nativa en regiones volcánicas y en sus formas reducidas formando sulfuros y sulfosales o bien en sus formas oxidadas como sulfatos. a proporción del azufre en la corteza terrestre es de 0.03-0.1%.</p>	<p>Salud: El azufre se puede encontrar frecuentemente en la naturaleza en forma de sulfuros. Durante diversos procesos se añaden al medio ambiente enlaces de azufre dañinos para los animales y los hombres. Estos enlaces de azufre dañinos también se forman en la naturaleza durante diversas reacciones, sobre todo cuando se han añadido sustancias que no están presentes de forma natural. Los compuestos del azufre presentan un olor desagradable y a menudo son altamente tóxicos</p>	MEDIA

			<p>un proceso denominado nucleosíntesis de supernovas.¹</p>		<p>Ambiente: El azufre se aplica extensivamente en las industrias y es emitido al aire, debido a las limitadas posibilidades de destrucción de los enlaces de azufre que se aplican. Los efectos dañinos del azufre en los animales son principalmente daños cerebrales, a través de un malfuncionamiento del hipotálamo, y perjudicar el sistema nervioso. Por último, el azufre puede dañar los sistemas enzimáticos internos de los animales.</p>	
		Estaño (Sn)	<p>Se funde a baja temperatura; tiene gran fluidez cuando se funde y posee un punto de ebullición alto. es suave, flexible y resistente a la corrosión en muchos medios.</p>	<p>El estaño se obtiene de la mineral casiterita donde se presenta como óxido (óxido de estaño (IV) o dióxido de estaño).</p> <p>Dicho mineral se muele y se enriquece en dióxido de estaño por flotación, después se tuesta y se calienta con coque en un horno de reverbero con lo cual se obtiene el metal.</p>		
		Bismuto (Bi)	<p>Elemento metálico, Bi, de número atómico 83 y peso atómico 208.980, pertenece al grupo Va de la tabla periódica. Es el elemento más metálico en este grupo, tanto en propiedades físicas como químicas. El único isótopo estable es el de masa 208</p>	<p>Se estima que la corteza terrestre contiene cerca de 0.00002% de bismuto. Existe en la naturaleza como metal libre y en minerales. Los principales depósitos están en Sudamérica, pero en Estados Unidos se obtiene principalmente como subproducto del refinado de los minerales de cobre y plomo.</p>	<p>Salud: El bismuto y sus sales pueden causar daños en el hígado, aunque el grado de dicho daño es normalmente moderado. Grandes dosis pueden ser mortales. Industrialmente es considerado como uno de los metales pesados menos tóxicos. Envenenamiento grave y a veces mortal puede ocurrir por la inyección de grandes dosis en cavidades cerradas y de aplicación extensiva a quemaduras (en forma de compuestos solubles del bismuto).</p>	BAJO

					<p>Ambiente: El bismuto metálico no se considera tóxico y presenta una amenaza mínima para el medio ambiente.</p>	
Zinc Dopado Con Indio	Zinc (Zn)	<p>Elemento químico de símbolo Zn, número atómico 30 y peso atómico 65.37. Es un metal maleable, dúctil y de color gris. Se conocen 15 isótopos, cinco de los cuales son estables y tienen masas atómicas de 64, 66, 67, 68 y 70. Cerca de la mitad del zinc común se encuentra como isótopo de masa atómica 64.</p> <p>Los usos más importantes del zinc los constituyen las aleaciones y el recubrimiento protector de otros metales.</p>	<p>El zinc es uno de los elementos menos comunes; se estima que forma parte de la corteza terrestre en un 0.0005-0.02%. Ocupa el lugar 25 en orden de abundancia entre los elementos</p>	<p>Salud: El Zinc es un elemento traza que es esencial para la salud humana. Cuando las gentes absorben demasiado poco Zinc estos pueden experimentar una pérdida del apetito, disminución de la sensibilidad, el sabor y el olor. Pequeñas llagas, y erupciones cutáneas. La acumulación del Zinc puede incluso producir defectos de nacimiento</p> <p>Ambiente: El agua es contaminado con Zinc, debido a la presencia de grandes cantidades de Zinc en las aguas residuales de plantas industriales. Estas aguas residuales no son depuradas satisfactoriamente. Una de las consecuencias es que los ríos están depositando fango contaminado con Zinc en sus orillas. El zinc puede también incrementar la acidez de las aguas. Algunos peces pueden acumular Zinc en sus cuerpos, cuando viven en cursos de aguas contaminadas con Zinc, cuando el Zinc entra en los cuerpos de estos peces este es capaz de biomagnificarse en la cadena alimentaria Finalmente, el Zinc puede interrumpir la actividad en los suelos, con influencias negativas en la actividad de microorganismos y lombrices. La descomposición de la materia orgánica posiblemente sea más lenta debido a esto.</p>	MEDIA	

		Indio	Elemento químico de símbolo In, de número atómico 49, el indio tiene un número atómico relativo de 114.82.	Se encuentra aproximadamente en un 0.000001% en la corteza terrestre y normalmente en concentraciones de 0.1% o menores.	Salud: Los compuestos del indio se encuentran muy raramente. Todos los compuestos del indio deben ser considerados como altamente tóxicos. Los compuestos del indio provocan daños en el corazón, riñones e hígado y pueden ser teratógenos	ALTA
Panel solar de perovskita (CaTiO ₃) con Yodo, Bismuto y plomo (31), (34)	perovskita (CaTiO ₃):	Las perovskitas son una familia de materiales con una estructura común, derivada del óxido de titanio y calcio (CaTiO ₃). Tienen una fórmula ABX ₃ , donde A y B son cationes de distintos tamaños, mientras que X es un anión, típicamente oxígeno o halógenos. Su estructura puede describirse como octaedros de BX ₆ unidos por sus vértices, con el catión	Es un mineral relativamente raro en la corteza terrestre. La perovskita se cristaliza en el sistema cristalino ortorrómbico (pseudocúbico). Se encuentra en contacto con rocas metamórficas y asociada a máficas intrusivas, sienitas nefelinas, y raras carbonatitas.			BAJA
	Yodo (I)	Elemento no metálico, símbolo I, número atómico 53, masa atómica relativa 126.904, el más pesado de los halógenos (halogenuros) que se encuentran en la naturaleza. En condiciones normales, el yodo es un sólido negro, lustroso, y volátil; recibe su nombre por	El yodo se encuentra con profusión, aunque rara vez en alta concentración y nunca en forma elemental. A pesar de la baja concentración del yodo en el agua marina, cierta especie de alga puede extraer y acumular el elemento.	Salud: El yodo es un material de construcción de las hormonas tiroideas que son esenciales para el crecimiento, el sistema nervioso y el metabolismo. Las personas que comen muy poco o nada de pan pueden experimentar carencia de yodo. Entonces la función de la glándula tiroidea disminuirá y la glándula tiroidea empezará a hincharse. Este fenómeno se llama estruma. Ahora esta afección es rara, ya que la sal de mesa lleva una pequeña dosis de yodo. Grandes cantidades de yodo pueden ser		MEDIA

		su vapor de color violeta.		<p>peligrosas porque la glándula tiroides trabajaría demasiado. Esto afecta al cuerpo entero; provoca taquicardias y pérdida de peso</p> <p>Ambiente: El yodo en las aguas superficiales se evaporará y volverá a entrar en el aire. Los humanos también añadimos yodo al aire, al quemar carbón o fuel para producir energía. Pero la cantidad de yodo que entra en el aire debido a la actividad humana es bastante pequeña comparada a la cantidad que se evapora de los océanos.</p>	
Bismuto (Bi)	Elemento metálico, Bi, de número atómico 83 y peso atómico 208.980, pertenece al grupo Va de la tabla periódica. Es el elemento más metálico en este grupo, tanto en propiedades físicas como químicas.	Se estima que la corteza terrestre contiene cerca de 0.00002% de bismuto.	<p>Salud: El bismuto y sus sales pueden causar daños en el hígado, aunque el grado de dicho daño es normalmente moderado. Grandes dosis pueden ser mortales.</p> <p>Ambiente: El bismuto metálico no se considera tóxico y presenta una amenaza mínima para el medio ambiente.</p>	BAJA	
Plomo (Pb)	Elemento químico, Pb, número atómico 82 y peso atómico 207.19. El plomo es un metal pesado (densidad relativa, o gravedad específica, de 11.4 s 16°C (61°F)), de color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico, se funde con facilidad, se funde a 327.4°C y hierve a 1725°C	Gran parte de este metal se extrae de minas subterráneas. No obstante, este no se encuentra en su estado elemental por lo que existen más de 60 metales que pueden contener plomo pero son solamente tres los metales que se usan para extraer plomo : la galena, la cerusita y la anglesita.	<p>Salud: El Plomo puede causar varios efectos que son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia • Incremento de la presión sanguínea • Daño a los riñones • Abortos y abortos sutiles • Perturbación del sistema nervioso • Daño al cerebro • Disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma 	ALTA	

				<ul style="list-style-type: none">• Disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños• Perturbación en el comportamiento de los niños, como es agresión, comportamiento impulsivo e hipersensibilidad. <p>Ambiente: El Plomo puede terminar en el agua y suelos a través de la corrosión de las tuberías de Plomo en los sistemas de transportes y a través de la corrosión de pinturas que contienen Plomo. No puede ser roto, pero puede convertirse en otros compuestos. El Plomo se acumula en los cuerpos de los organismos acuáticos y organismos del suelo. Estos experimentarán efectos en su salud por envenenamiento por Plomo. Los efectos sobre la salud de los crustáceos pueden tener lugar incluso cuando sólo hay pequeñas concentraciones de Plomo presente. El Plomo es un elemento químico particularmente peligroso, y se puede acumular en organismos individuales, pero también entrar en las cadenas alimenticias.</p>	
--	--	--	--	--	--