ALTERNA

Revista de periodismo y divulgación científica de la Comisión Federal de Electricidad

GAS: COMBUSTIBLE FÓSIL VS FUENTE PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA • ASÍ FACTURA LA CFE 48 MILLONES DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA • CÓMO FUNCIONA LA AUTOMATIZACIÓN EN LAS HIDROELÉCTRICAS DE MÉXICO • UN ARCHIVO HISTÓRICO PARA ENCARAR EL CAMBIO CLIMÁTICO • HURACÁN OTIS: LA FURIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO • MÁS DE 10 MIL TORRES Y CIENTOS DE FUTUROS EN EL PROPÓSITO DE LLEVAR INTERNET A TODO MÉXICO • LA GEOTERMIA ENFRENTA SU FUTURO EN MÉXICO

No. 7
Diciembre de 2023-febrero de 2024

C.C.C. González Ortega, Baja California.

En la actual administración la **CFE construye 5 centrales de Ciclo Combinado, además de 7 termoeléctricas** con el fin de producir más energía eléctrica para México.

Al término de 2024 la CFE generará el **54% de la energía del país.**

*Somos más que **energía***

4

VERSUS

Gas: Combustible fósil
VS Fuente para la transición energética

Por Sandra Bucio, Paulina Montañez y Sara Yáñez

6

CIENCIA SIN FICCIÓN

Así factura la CFE 48 millones de servicios de energía eléctrica

Por *Alterna*

8

CIENCIA SIN FICCIÓN

Cómo funciona la automatización en las hidroeléctricas de México

Por *Alterna*

10

ENERGÍA FUTURA

Un archivo histórico para encarar el cambio climático

Por Lucero Ríos

12

FOTORREPORTAJE

Huracán Otis:
la furia del cambio climático

Por *Alterna*

22

CRÓNICA

Más de 10 mil torres y cientos de futuros en el propósito de llevar Internet a todo México

Por Pedro Luis Ramírez de Aguilar

28

CRÓNICA

La geotermia enfrenta su futuro en México

por Abel Cervantes

DIRECTORIO

DIRECTOR GENERAL: Manuel Bartlett Díaz

DIRECTORIO DE LA REVISTA

DIRECTOR GENERAL: Luis Fernando Bravo Navarro
DIRECTORA EDITORIAL: Diana Marenco Sandoval
EDITOR: Abel Pérez Cervantes (abel.perezc@cfe.mx)
DISEÑO EDITORIAL: Julio Derbez
ILUSTRACIÓN DE PORTADA: Eduardo Ramón Trejo
COLABORADORES(AS) EN ESTE NÚMERO: Sandra Bucio, Abel Cervantes, Paulina Montañez, Pedro Luis Ramírez de Aguilar, Lucero Ríos y Sara Yáñez
FOTÓGRAFOS(AS): Mario Cano y Mimí Fernández

Alterna es una publicación trimestral de la Coordinación de Comunicación Corporativa de la Comisión Federal de Electricidad. Río Lerma 334. CP 06580. Ciudad de México.

Año 2. Diciembre de 2023-febrero de 2024.

Los artículos firmados expresan la opinión de sus autores y no representan forzosamente el punto de vista de *Alterna* ni de la Comisión Federal de Electricidad. Las opiniones y datos expresados por las personas entrevistadas son responsabilidad exclusivamente de quienes los emitieron. Los textos pueden ser reproducidos siempre y cuando se cite la fuente y el autor.

Cualquier duda de distribución de la revista impresa, contacta a Ana Gabriela García Zavala en el mail: ana.garciaz@cfe.mx.

¿Quieres participar en *Alterna* o deseas comunicarte con el equipo editorial? Escríbenos a revista.alterna@cfe.mx

AGRADECIMIENTOS

A Marisol Rodríguez, jefa de departamento de Suministrador de Servicios Básicos (SSB), y a Álvaro Orona, jefe de oficina de SSB, en “Así factura la CFE 48 millones de servicios de energía eléctrica”.

A Ernesto Barroso de la Subdirección de Negocios no Regulados en “Cómo funciona la automatización en las hidroeléctricas de México”.

A Gisel Vázquez Deciga, gerente de Promoción de Servicios de Internet. Y a Carlos Aguilar y Ariadna Gutiérrez Ramírez de la Gerencia de Promoción de Servicios de Internet en “Más de 10 mil torres y cientos de futuros en el propósito de llevar Internet a todo México”.

Gas: Combustible fósil

V S

Fuente para la transición energética

Por **Sandra Bucio, Paulina Montañez y Sara Yáñez**

EL GAS NATURAL ES una fuente de energía no renovable, un combustible fósil incoloro e inodoro. Como el carbón o el petróleo, está compuesto por una mezcla de hidrocarburos, principalmente metano, y otros componentes formados gracias a la descomposición de la materia orgánica de millones de años. Al quemarse, libera dióxido de carbono (CO_2) y otros gases de efecto invernadero (GEI) que, a su vez, atrapan el calor en la atmósfera, lo que propicia el cambio climático. Por ello, todos los combustibles fósiles, incluyendo el gas natural, se consideran "no buenos para el medio ambiente".

Desde la Revolución Industrial, diferentes combustibles fósiles han sido preponderantes; el carbón en principio. Durante el siglo XX el petróleo se convirtió en el más preciado; actualmente el gas natural es considerado el principal combustible de la transición energética. Los combustibles fósiles no se han dejado de utilizar a nivel global debido a la necesidad de producir calor en la industria, proveer calefacción a oficinas y hogares, y aportar firmeza a los sistemas eléctricos.

En 2015 se firmó el Acuerdo de París —tratado internacional en el que los países desarrollan acciones para combatir el cambio climático y reducir las emisiones de GEI— con el fin de mantener el incremento de la temperatura media del planeta por debajo de 2°C. De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, para 2030 se debe dejar de emitir el 40% del volumen de GEI para alcanzar esta meta. Sin embargo, el sistema energético mundial debe transformarse profundamente para disminuir su dependencia de los combustibles fósiles, potenciar la eficiencia energética y dar paso a las energías limpias y renovables de manera gradual y ordenada.

Para frenar este cambio climático se deben tener en cuenta en las decisiones sobre cómo generar electricidad los aspectos ambientales en toda la cadena de valor. Por ejemplo, si existen fugas durante la extracción y transporte del gas natural se desprende metano, uno de sus principales componentes, que es considerado un potente emisor de GEI (casi 84 veces más que el CO_2). Asimismo, procesos de extracción como el fracking requieren grandes cantidades de agua, un impacto ambiental que no siempre se considera al momento de emitir discursos sobre el cambio climático.

A pesar de lo anterior, el gas natural es el combustible fósil con menor impacto ambiental en la generación de electricidad. En comparación con las centrales de carbón, las que usan gas natural emiten menos de una décima parte de los contaminantes. Las consecuencias atmosféricas del uso del gas natural son menores que las de otros combustibles por la reducida cantidad de residuos producidos en la combustión; sin embargo, la disminución de emisiones depende de la calidad del combustible, la tecnología de combustión, y el mantenimiento y operación de los equipos, entre otros.

El gas natural es un combustible abundante, la tecnología que se usa para su extracción es menos costosa que otras y su función en el proceso de transición energética apoya la utilización de energías renovables.

El *World Energy Outlook 2019* de la Agencia Internacional de Energía presentó un reportaje especial sobre el rol del gas natural en la transición energética a través de cuatro casos: Estados Unidos, la Unión Europea, China e India. De 2010 a 2018 el cambio del uso de carbón por gas natural permitió que se dejaran de emitir alrededor de 500 millones de toneladas de CO_2. Gracias a la diferencia en los factores de emisión de los combustibles, el uso del gas es un pilar para abordar los retos ambientales a los que el mundo se enfrenta.

En 2022 el Parlamento Europeo aprobó normas para etiquetar como "verde" la inversión en gas natural y energía nuclear. La Unión Europea tiene como objetivo garantizar que cualquier producto financiero que afirme ser ecológico cumpla con ciertos estándares, y consideraron que el gas puede ser una alternativa temporal para reemplazar combustibles más contaminantes.

No obstante lo anterior, la volatilidad en los precios del gas puede revertir las tendencias. La caída del consumo mundial de energía en los primeros meses de la pandemia ocasionó que los precios de los combustibles llegaran a sus niveles más bajos en décadas. El recorte de suministro de gas ruso incrementó los precios del gas natural en Europa y orilló a que países como Alemania recurrieran al carbón mineral para combatir las bajas temperaturas.

En el Foro de Energía de México por S&P Global Commodity Insights, que tuvo lugar en octubre pasado, una opinión categórica de los panelistas fue el rol protagónico del gas natural en las siguientes décadas: es una alternativa para sustituir al carbón y el petróleo en diversos sectores y para permitir que las energías renovables dupliquen su participación en el eléctrico.

En Norteamérica, donde pertenece México, se aprovecha la infraestructura de gasoductos y su precio: el mercado de gas de Estados Unidos es considerado uno de los más baratos del mundo. Con su uso se beneficia la competitividad industrial y la reducción de emisiones contaminantes.

Nuestro país cuenta con un enorme potencial para la generación de energía eléctrica mediante diversas tecnologías. En los últimos años la CFE ha cambiado la composición de los combustibles utilizados debido a las renovaciones de centrales térmicas para que puedan usar gas natural y a la entrada en operación de ciclos combinados. Tan sólo en los últimos dos lustros las emisiones de la CFE se redujeron en más de 35 millones de toneladas de CO_2. En 2013 por cada Megawatt hora generado a partir de combustibles fósiles la CFE emitía 717 toneladas de CO_2; en 2022 bajó a 600. Solamente en 2022, por el cambio a gas natural, la CFE superó la meta de emisiones de CO_2 evitadas en un 14%. Con los proyectos de Centrales de Ciclo Combinado en puerta se continuará en esta ruta.

La descarbonización para generar energía eléctrica no se puede llevar a cabo sin energías fósiles; al menos por un tiempo. Por ello se requiere de un marco global y realista que comprometa a los países a efectuar una transición justa que reduzca significativamente las emisiones y combata el cambio climático.

Sandra Bucio, Paulina Montañez y Sara Yáñez están encargadas de los temas de transición energética en la Coordinación de Estudios Económicos de la Dirección Corporativa de Planeación Estratégica de la CFE.

Para saber más:

- Carlos *Fernández Álvarez. Head of Gas, Coal and Power Markets Division (Acting)*, Gergely Molnar. *What is Behind Soaring Energy Prices and What Happens Next?* 12 October 2021.
- Latin America Energy Outlook. *Latin America and the Caribbean is Well Placed to Thrive as the World Moves Into a Clean Energy Age*. 2023.
- Francesco La Camera. *Las carencias persisten: 675 millones de personas no tienen electricidad y 2,300 millones usan combustibles nocivos para cocinar*. 6 de junio de 2023.
- Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA). *Perspectivas de la transición Energética Mundial*. 2021.
- UN Environment Programme. *Is Natural Gas Really the Bridge Fuel the World Needs?* 12 de enero de 2023.
- Kate Abnett. *EU Parliament Backs Labelling Gas and Nuclear Investments as Green*. 6 de julio de 2022.

Así factura la CFE 48 millones de servicios de energía eléctrica

Por
Alterna

48 MILLONES DE SERVICIOS. 6,600 personas que caminan diariamente de casa en casa para medir los datos de consumo. 1,300 personas que validan la información y más de seis sistemas y/o programas para procesarla y emitir los Avisos-recibo. En estos números se puede resumir el trabajo de la CFE para verificar el consumo de energía eléctrica de casas, departamentos y negocios de todo México para, asimismo, cobrar y cerciorarse de que el sistema funcione; con excepción de aquellas personas que no pagan.

El ciclo es sencillo. Si alguien desea tener energía eléctrica lo notifica a la CFE. Una vez que cuenta con la instalación eléctrica, el medidor calcula la cantidad que se consume en un bimestre a través de una unidad llamada kilowatts hora. Cuando se concluye ese plazo una o un lecturista acude al lugar, revisa la información del medidor y la registra en una terminal portátil e inmediatamente después ésta se refleja en una página para el personal de la CFE que se llama Siglo; las personas titulares del servicio también pueden revisarla en la aplicación CFE Contigo.

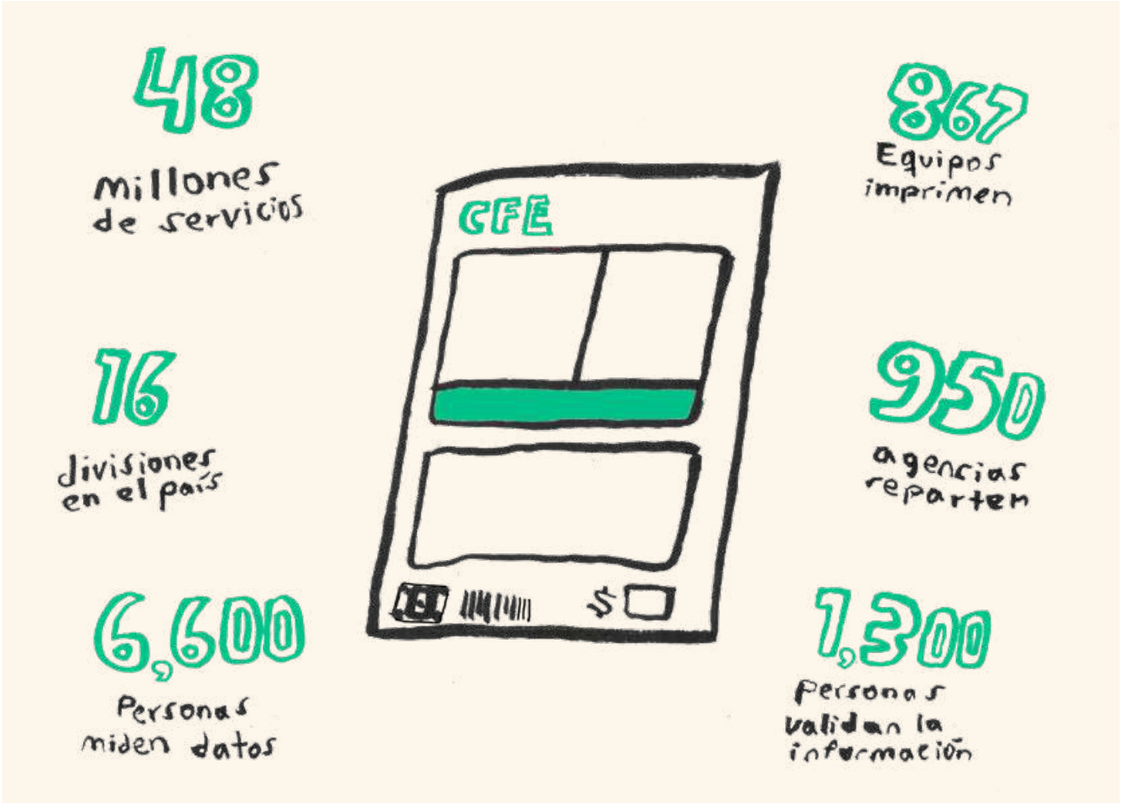
Para pagar la electricidad las personas tienen la posibilidad de recibir la información por tres vías: los Avisos-recibo, el correo electrónico y la app. Aunque hubo un considerable aumento de la app luego de la pandemia de 2020 las personas prefieren recibir sí o sí su Aviso-recibo impreso: es, en muchas ocasiones, la manera de comprobar su domicilio en un trámite.

Además de los datos personales de las y los clientes, los Avisos-recibo tienen dos cuadros importantes: un primer recuadro verde donde se muestra la lectura actual y la lectura anterior capturada por los lecturistas. Hay dos casillas donde se indica si la lectura es estimada o medida. Esta última es la prueba de que una persona de la CFE acudió al lugar y midió la información para posteriormente subirla al sistema. El otro cuadro importante es el precio, que se encuentra en la parte superior derecha. Allí mismo un anuncio alienta a que la gente reciba y descargue su Aviso-recibo de forma digital.

El Sistema Comercial (SICOM) resguarda la base de datos de los 48 millones de servicios y sirve para realizar los procesos de contratación, toma de lectura, recepción de datos de las lecturas, facturación y emisión del Aviso-recibo.

—Es un sistema único en el mundo por la cantidad de información con la que trabaja, dice la ingeniera Anabel López Gabriel, responsable de Facturación. Y esta tecnología se desarrolló en la CFE.

La información se valida en la página Siglo, que muestra un resumen; ahí se detectan posibles anomalías, como cuando de un bimestre a otro hay un considerable aumento en el consumo de energía eléctrica de un servicio. Los y



las lecturistas capturan la información en sus terminales portátiles a través de un sistema que se llama CAVI, donde se suben datos e imágenes.

—CAVI manda la información a SICOM y nosotros validamos los datos en Siglo, dice el ingeniero Salvador Mendoza, responsable de Cobranza. Después de la facturación usamos una herramienta que se llama REDBIN, donde el servicio se desglosa en la cantidad a cobrar, nombre, coordenadas, etc.

En la página SIM se controlan los servicios que se van a imprimir y se prepara un documento previo al Aviso-recibo. Finalmente está el SIEC, un sistema donde se muestra lo que se facturó.

***

Suministrador de Servicios Básicos (el principal encargado de recopilar la información y emitir los Avisos-recibo) está conformado por 16 divisiones en el país. La que tiene mayor cantidad de clientes es la del Bajío (4.9 millones de servicios) y está integrada por 10 entidades federativas. La sureste (4 millones) abarca Oaxaca, Chiapas y Tabasco. En la Golfo Norte está Nuevo Leon, una parte de Tamaulipas y una parte de Coahuila. Entre éstas, Jalisco y Centro Oriente se encuentran el mayor número de servicios. Son 867 equipos distribuidos en el país para imprimir los Avisos-recibo y 950 agencias donde se ubican los centros de reparto.

Una vez que la información se valida y se autoriza la impresión las personas tienen 10 días para pagar. El 65% de la cobranza de la CFE se lleva a cabo a través de medios electrónicos. En primer lugar, los bancos. Algunos permiten pagar con puntos, como BBVA. El segundo lugar lo ocupan los clientes corporativos: Telmex, Tv Azteca, Gamesa, Grupo Modelo, etc. El siguiente, los CFEmáticos instalados en los Centros de Atención, que reciben dinero en efectivo y tarjetas de crédito y débito. Finalmente están las tiendas como Seven Eleven, Oxxo y, en comunidades rurales, papelerías, tortillerías o tienditas de la esquina.

En otra plataforma se procesa la información de los cobros. El proveedor, SEPOMEX, georreferencia la entrega de los Avisos-recibo y en la CFE se puede verificar en un sistema llamado SICREO quién lo entregó, quién lo recibió y el lugar exacto donde tuvo lugar.

Los retos más grandes de la CFE para cobrar están en el interior de la República o en los edificios citadinos donde no dan acceso al personal para hacer las lecturas de los medidores. Y sí, en los servicios ilegales que no están dados de alta en el sistema y, por lo tanto, no pagan. Ā

Cómo funciona la automatización en las hidroeléctricas de México

Por
Alterna

LA AUTOMATIZACIÓN HA CAMBIADO la manera en que trabajamos. Para generar cientos de Megawatts de energía a través de cuatro o cinco hidroeléctricas no se necesitan más que tres personas que controlen el proceso en una pequeña sala con pantallas, indicadores y programas especializados.

—Así tenemos prácticamente el 100% de nuestro parque hidroeléctrico, comenta Marco Antonio Tiznado, coordinador de Generación Hidroeléctrica de la CFE.

Gracias a la tecnología de la fibra óptica, las centrales hidroeléctricas de Zimapán (Hidalgo) o Valentín Gómez Farías (Jalisco) fueron las primeras en automatizar sus procesos, al menos parcialmente, entre la década de los ochenta y los noventa. Aguamilpa, El Cajón y La Yesca (todas de Nayarit) fueron pioneras en usar este sistema en su totalidad desde la última década del siglo XX.

Las hidroeléctricas se pueden controlar desde cualquier parte de México. La de Zimapán, por ejemplo, se maneja en Culiacán.

—Tenemos tres centros de control de hidroeléctricas en dos zonas del país: occidente y noroeste. Lo ideal es contar con seis y manejar desde ahí toda la producción hidroeléctrica de la República.

—¿Qué ventajas habría si esto se consigue?

—Nuestra respuesta con Cenace sería todavía más eficiente. Hoy podemos poner a trabajar una hidroeléctrica al 100% en siete minutos. Las hidroeléctricas que no tienen un centro de control pero que sí están automatizadas podrían operar bajo un mismo mando: echaríamos a andar varias hidroeléctricas con una sola llamada con Cenace; es decir, más de 1,000 Megawatts de forma inmediata. Con las pequeñas habría un proceso parecido. Aunque esas no se vinculan con Cenace, podríamos manejarlas desde un solo centro y eficientar su producción.

El centro de control de las hidroeléctricas muestra cómo se genera la energía eléctrica, los cambios de energía cinética a mecánica y el funcionamiento del equipo en general. La automatización minimiza errores: desde las pantallas se observa el estado de los equipos, no es necesario que una persona los vea con sus propios ojos ni que recorra cientos de metros para encenderlos o apagarlos.

Una persona puede monitorear diversas hidroeléctricas y echarlas a andar. Existen dos grandes grupos en una hidroeléctrica: operación y mantenimiento. Con un grupo pequeño de tres personas (operador, auxiliar y jefe de departamento) se revisa la temperatura, las desviaciones de parámetros, presiones, flujos de agua, de aceite y todo lo necesario para que las unidades trabajen con regularidad. El personal trabaja en tres turnos continuos las 24 horas del día.

La tecnología que usan las hidroeléctricas de la CFE provienen principalmente de Alemania. La topología es exclusiva para cada central de acuerdo a su tamaño y las complejidades de la maquinaria.

—Países como Brasil y Canadá también tienen sistemas automatizados muy eficientes, recuerda Marco Antonio Tiznado. La diferencia de esos países con México es que la CFE opera prácticamente todas las hidroeléctricas del país, lo que dota de más organización al proceso. Con ellos no sucede lo mismo porque las hidroeléctricas pertenecen a la iniciativa privada y no hay una estrategia conjunta. Acá incluso las hidroeléctricas más pequeñas, que producen uno o dos megas, están automatizadas.

Por supuesto, existe un protocolo para los cambios del personal de turno: hay bitácoras y sistemas para revisar la operación. Además de que se puede verificar en línea lo que ocurrió en los turnos anteriores.

—En un centro de control con 10 personas se podría monitorear y operar una región con 10 o 15 centrales. Hacia allá vamos. El plan es hacer una sola llamada con Cenace y decir: “¿Necesitas 15 centrales en operación para tal región en este momento? ¡Allá van!”. Ā

ARRIBA: Central Hidroeléctrica La Yesca (Nayarit). ABAJO: Centros de Control de hidroeléctricas. Todas las imágenes son cortesía de la Coordinación de Generación Hidroeléctrica de la CFE.

Un archivo histórico para encarar el cambio climático

IZQUIERDA: archivo histórico del Departamento Regional de Hidrometría en Xalapa, Veracruz. DERECHA, ARRIBA: medición de aforo (cantidad de agua disponible) con varilla en un canal. DERECHA, ABAJO: escala para medir el nivel del agua en La Venta, Guerrero. Las imágenes son cortesía del Departamento Regional de Hidrometria de Xalapa.

Por
Lucero Ríos

AL FONDO DE LAS INSTALACIONES del Departamento Regional de Hidrometría (Xalapa) existe un almacén de unos 50 metros cuadrados con anaqueles metálicos, cajas, documentos, polvo acumulado y cientos de carpetas con archivos de la CFE. Entre esos materiales hay datos climatológicos e hidrométricos que datan de más de 70 años y con los que se puede averiguar la factibilidad de obras hidroeléctricas, comprender el comportamiento del clima (para tomar decisiones en huracanes, por ejemplo) o conocer cómo afecta la disponibilidad del agua en la generación hidroeléctrica en México.

La arquitecta Ana Brenda Sánchez Díaz, con 15 años de antigüedad en la CFE, acude dos veces por semana desde septiembre de 2023 para ordenarlo.

—Existen resúmenes de climatología, gráficas sobre niveles de ríos y lagos o datos sobre la humedad relativa al ambiente que ayudan a comprender, entre otras cosas, cómo ha cambiado el clima con el paso de los años o cómo ha disminuido el flujo del agua en los ríos.

Ana Brenda Sánchez hace estudios de topografía, batimetría, dibujo civil, mecánico y arquitectónico en el Departamento Regional de Hidrometría, que forma parte de la Subgerencia Regional de Producción Hidroeléctrica Golfo en la EPS Generación VI. Y el pasado 28 de noviembre expuso la relevancia del archivo de Xalapa dentro del III Encuentro Nacional de Archivos de la CFE, que tuvo lugar en el auditorio del edificio de la calle Río Ródano 14 de la Ciudad de México.

Los datos que contiene el archivo provienen de la División Hidrométrica Golfo, hoy Departamento Regional de Hidrometría, que cuenta con 17 estaciones hidrométricas y 3 estaciones climatológicas que comparten datos con la CONAGUA para alimentar el Sistema Meteorológico Nacional.

Las estaciones monitorean los afluentes (es decir, los flujos de agua que deparan en un río) que alimentan los embalses de hidroeléctricas como las de Tuxpango y Chilapan (ambas de Veracruz) o Temascal (Oaxaca), entre otras. Estos datos ayudan a monitorear la cantidad de agua disponible para generar energía y salvaguardar las centrales hidroeléctricas ante contingencias por avenidas extraordinarias en época de lluvias.

En el día a día, la información hidrométrica y climatológica se usa para tomar decisiones para prevenir enfermedades ocasionadas por sequías o inundaciones, optimizar recursos hídricos, construir drenajes urbanos y agrícolas o mejorar la navegación aérea, marítima o terrestre.

Debido al cambio climático se espera que aumenten las temperaturas, las sequías y los frentes fríos. Entonces los archivos adquieren un rol protagónico: no sólo se debe estudiar el comportamiento de la naturaleza en el presente sino también a lo largo del tiempo.

Y todo está en el archivo de Xalapa.

A partir de la información contenida en los documentos del archivo de hidrometría (una rama de la hidrología que mide el volumen del agua que escurre en un río, tubería o canal) se evidencia la modificación del clima, la disminución del agua de los ríos y los períodos más prolongados de sequías en las regiones de México.

—Estos datos pueden usarse para modelos de predicción meteorológica, investigaciones académicas y sistemas especializados en Climatología y Ciencias Atmosféricas, sobre todo en la coyuntura del cambio climático, comenta Ana Brenda Sánchez.

La arquitecta desea concluir el inventario y digitalizar el archivo en el Sistema Unificado de Información Climatológica e Hidrométrica (SUICH), un software que el departamento donde ella trabaja desarrolló en 2004 para recopilar datos climatológicos e hidrométricos, con el fin de graficar las tendencias y generar cálculos para determinar el gasto de agua disponible para generación en las centrales hidroeléctricas de nuestro país.

En el archivo hay 1,734 carpetas: si Ana Brenda Sánchez quiere inventariar, contabilizar, categorizar y sistematizar toda la información, necesitaría dedicarle esos dos días a la semana que ahora dedica hasta su jubilación. A la fecha, ha contabilizado 27,300 hojas y 55 carpetas. De seguir a ese ritmo, al concluir el inventario habrá contado más de medio millón de hojas.

Para que estos datos sean útiles no sólo para el personal de la CFE sino para las personas interesadas en el cambio climático una posibilidad es trasladarlo al Archivo Histórico Adolfo López Mateos de la CFE, que se encuentra en el nuevo Museo Nacional de Energía y Tecnología (MUNET), en la segunda sección del Bosque de Chapultepec de la Ciudad de México.

Otra posibilidad es ponerlo a disposición de la Organización Meteorológica Mundial (WMO), un organismo especializado de las Naciones Unidas que alerta sobre el comportamiento de la atmósfera terrestre, su interacción con los océanos, el clima que produce y la distribución de los recursos hídricos.

Lucero Ríos es licenciada en Comunicación Social por la Universidad Autónoma Metropolitana. Trabaja en la Coordinación de Comunicación Corporativa de la CFE como guionista, reportera y locutora. Tiene 16 años en la CFE.

HURACÁN OTIS: LA FURIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Fotografías por
Mario Cano

LA MADRUGADA DEL MIÉRCOLES 25 de octubre el huracán Otis impactó las costas de Guerrero y arrasó con todo. De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional alcanzó la categoría 5, la más alta de la escala Saffir-Simpson, con vientos de 260 kilómetros por hora y olas de hasta 10 metros. Según expertos y expertas, Otis es una manifestación del cambio climático; quizás la inauguración de una serie de eventos con magnitudes parecidas.

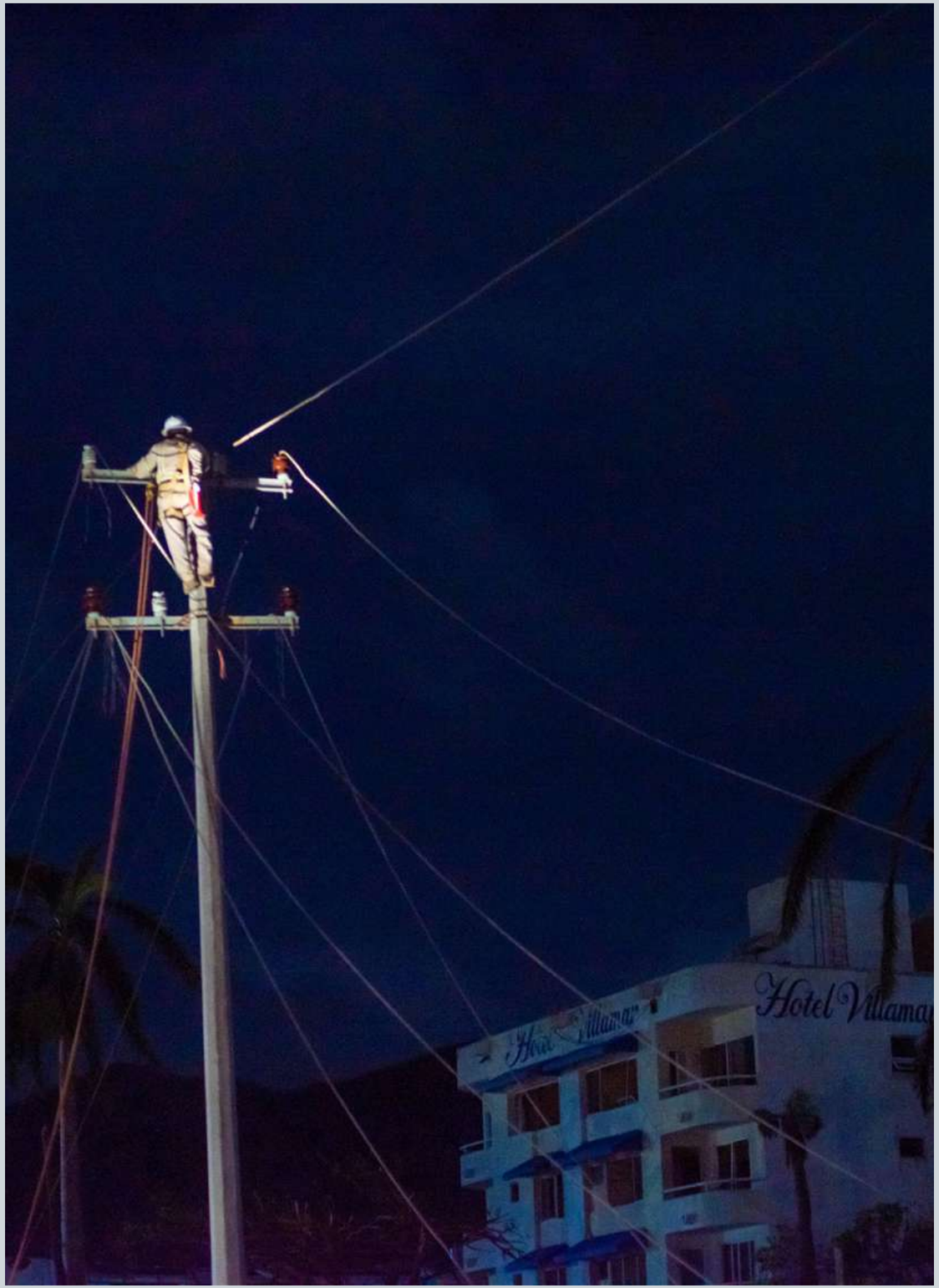
Quedaron destruidas casas, departamentos y edificios enteros. Hubo desaparecidos y gente fallecida. Las fotos muestran que la catástrofe incomunicó una parte de Guerrero. La CFE informó que se afectaron cerca de 500 mil servicios de energía eléctrica. Previo a la llegada del huracán la Comisión desplegó personal y material. Y una vez que Otis disminuyó su fuerza, restableció el 40% de la energía eléctrica de forma inmediata. Durante los siguientes siete días, y gracias a las labores de 2,900 personas trabajadoras, 283 grúas, 875 vehículos, 147 plantas de emergencia, 38 torres de iluminación y 7 helicópteros se restableció la energía eléctrica, lo que significa que las personas podrían hacer uso de hospitales, gasolineras, oficinas de seguridad pública y protección civil y plantas de bombeo de agua, entre otros rubros prioritarios.

Contamos a través de estas imágenes los momentos más ruinosos del paso del huracán, pero también los más esperanzadores: cuando la energía eléctrica iluminó el puerto de Acapulco.

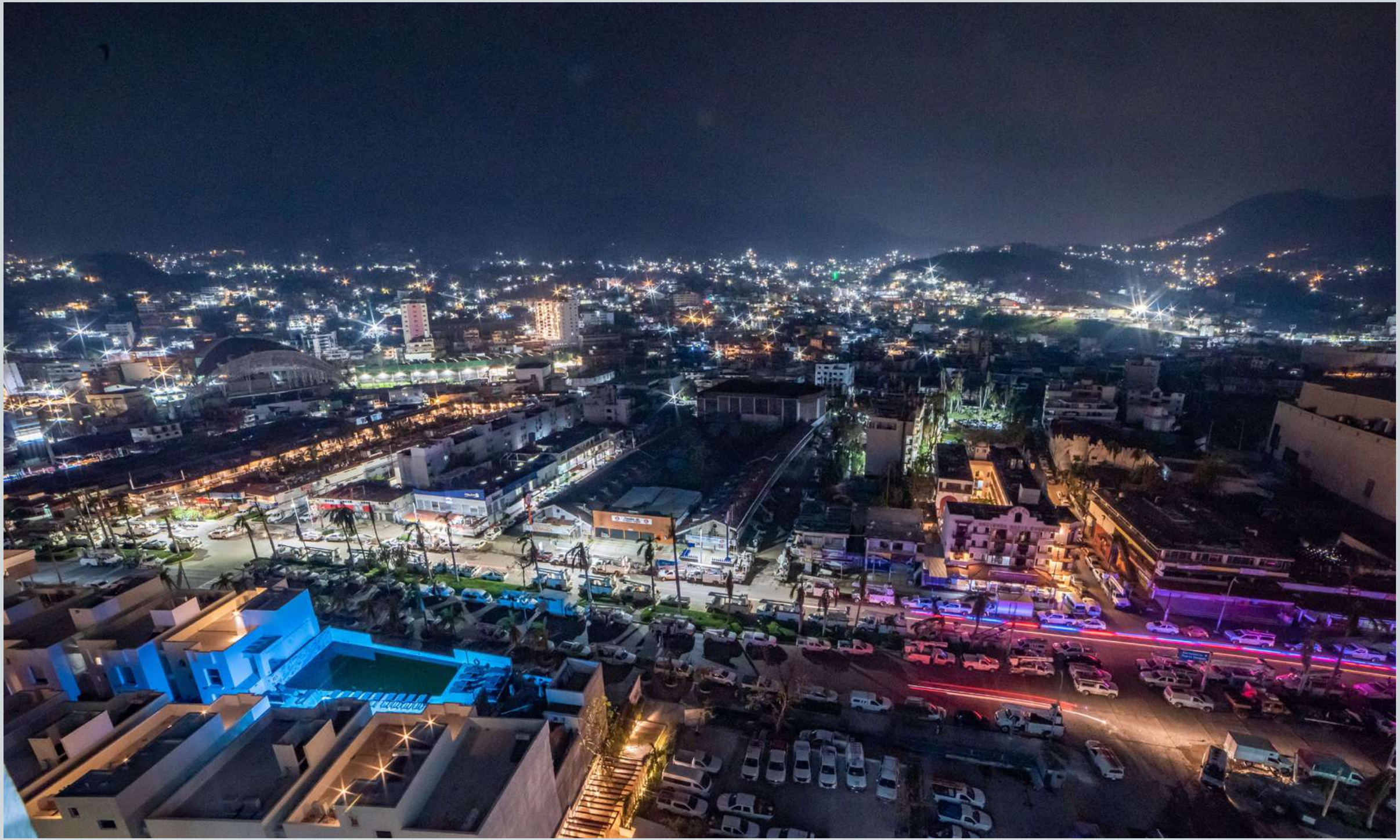
La CFE desplegó siete helicópteros para levantar y sustituir infraestructura: postes de distribución y torres de transmisión.

Otis arrasó con Guerrero. La NASA presentó dos imágenes comparativas (antes y después del huracán) en Acapulco para observar los daños: la primera exhibe un paisaje verde; la segunda, uno marrón como muestra de la devastación.

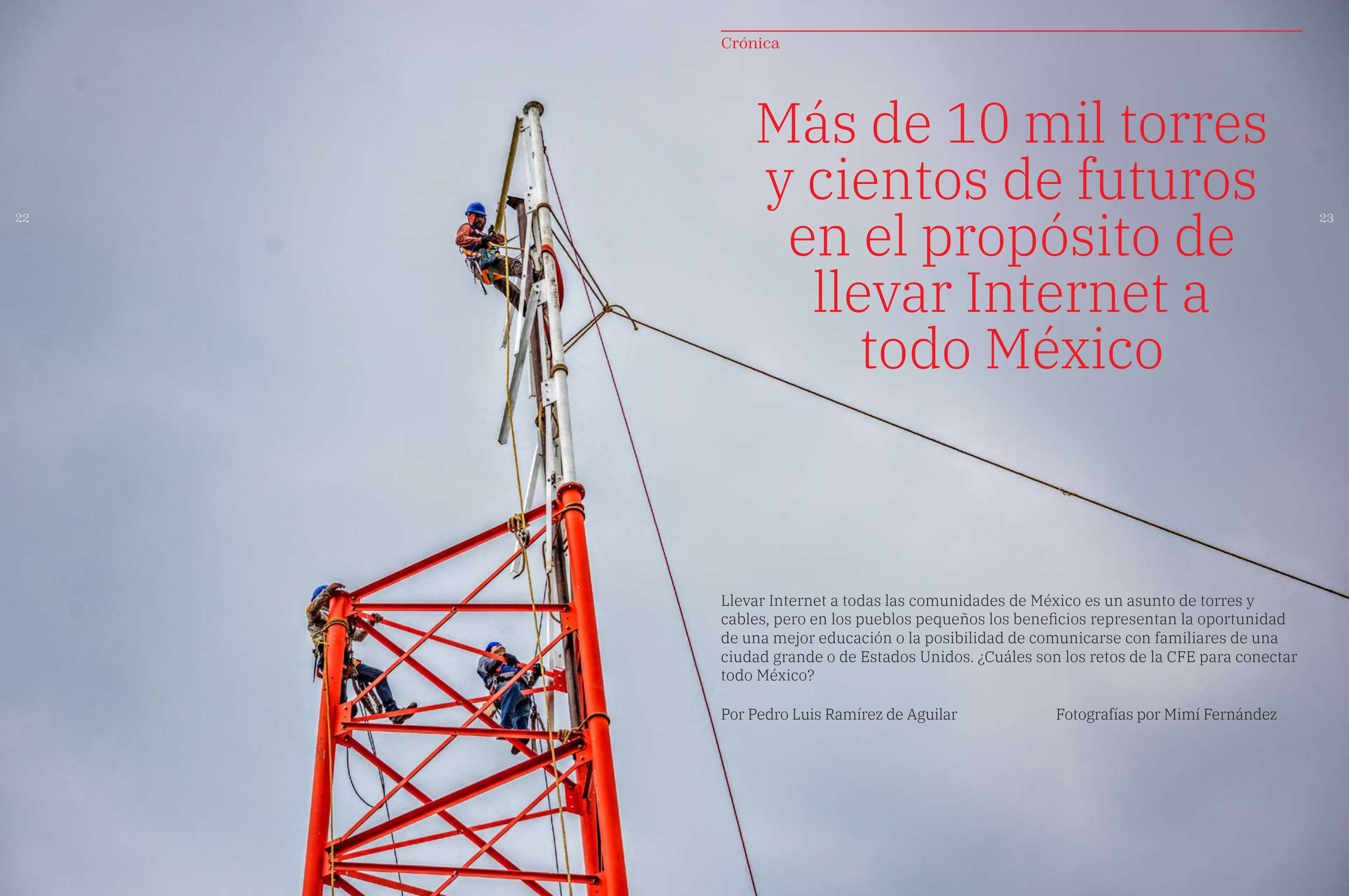
La Organización Meteorológica Mundial dijo que Otis fue un huracán que se intensificó con más rapidez que otros debido al calentamiento de los océanos, y pronosticó más fenómenos como éste en los próximos años. La CFE tiene protocolos en estas contingencias que contemplan la prevención con desplazamiento de personal y material antes de que el huracán llegue a un territorio.



La CFE repuso inmediatamente el 40% de los servicios eléctricos de Guerrero luego del paso del huracán. Y en una semana recuperó prácticamente el resto de los servicios. La luz eléctrica permite que funcionen hospitales, centros de protección civil y seguridad, bombeo para abastecimiento de agua, entre otros servicios prioritarios.



La imagen de la vuelta del servicio eléctrico en Acapulco a pocos días del paso de Otis fue una de las más esperanzadoras no sólo para Guerrero sino para todo el país. La CFE consiguió en tiempo récord lo que pocos países logran ante un desastre natural como el de este huracán.



Más de 10 mil torres y cientos de futuros en el propósito de llevar Internet a todo México

Llevar Internet a todas las comunidades de México es un asunto de torres y cables, pero en los pueblos pequeños los beneficios representan la oportunidad de una mejor educación o la posibilidad de comunicarse con familiares de una ciudad grande o de Estados Unidos. ¿Cuáles son los retos de la CFE para conectar todo México?

Por Pedro Luis Ramírez de Aguilar

Fotografías por Mimí Fernández

Las torres de Internet para Todos se reconocen desde lejos porque están pintadas de blanco con rojo, como indica la normativa aeronáutica. Todas tienen un sistema de autosoporte. Están diseñadas para no caerse: pueden resistir movimientos telúricos y vientos de hasta 140 kilómetros por hora en el interior del país, o 180 si están en la costa. Se les diseñó para mantenerse en pie por décadas, y un ejército de supervisores de CFE Distribución vigilan que se construyan de acuerdo a las especificaciones desde los cimientos hasta la punta. Gracias a Internet para Todos las personas vislumbran un mejor futuro educativo y la posibilidad de comunicarse con los familiares que viven en otros estados o en el extranjero.

EN ATEXQUILLA CUAPAZOLA (Puebla, 500 habitantes) las personas usan Internet para dos cosas: hacer la tarea y hablar con sus familias.

Una vecina de Texocuixpan, Érika Cortés López, explica que el principal beneficio del chip de CFE es que “el Internet nos lo facilita un poquito más. Nosotras como mamás sí ocupamos el Internet porque nos dejan tarea de investigación, desde primero de primaria. Es más: desde el kínder empezamos a meternos a Internet hasta para hacer un títere. A partir de la pandemia más: como no había clases presenciales las daban por videos”.

María Márquez Hernández, vecina de la comunidad, dice: “Mi saldo es para hablar con mi familia, mis hermanos, y los datos son para las investigaciones que les dejan a mis hijas”.

En un gélido atardecer en Atexquilla Cuapazola, Moisés Carmona López (enlace de esta comunidad con CFE TEIT) recuerda cuánto han cambiado las comunicaciones aquí desde que él trabajaba en Estados Unidos: “Nos cobraban hasta por recibir una llamada. Si yo pagaba allá 5 dólares por una tarjeta que me daba 90 minutos, aquí cobraban 100 pesos por recibir la llamada. Entonces sí teníamos una deficiencia y la comunicación era muy, la verdad, raquítica”. Hoy el panorama es distinto: “Tengo tres hijos en el extranjero. Al final del día, entre mejor estemos comunicados pues lógico que nos vamos a beneficiar como pueblo”.

En Llano Verde (500 habitantes), también en Puebla, el director del Bachillerato Digital 38, Noé Hernández Arroyo, cuenta que su principal meta, y la de los demás profesores, “es que cada uno de los estudiantes se siga preparando, porque ya toda la vida se la pasa uno estudiando. Ya nomás que le metan un empujoncito de cinco años más y ya pueden ser profesionistas, que jamás se imaginaron. Y hay mayores oportunidades de empleo para ellos”. Antes Noé Hernández tenía que descargar en casa los materiales de clase para copiarlos en memorias USB, porque la localidad no contaba con señal de telefonía ni servicio de datos.

Para evitar las distracciones, en su bachillerato hay horarios en los que las y los estudiantes pueden consultar redes sociales y otros en que sólo se usa la red para investigar temas escolares. Pero cree que “en la actualidad no nos podemos cerrar a decir que sea únicamente un tema educativo, porque se nos va a salir de las manos y lo único que a lo mejor va a pasar es que el estudiante no se va a interesar”. Durante las clases, el alumnado encuentra en Internet información que él mismo desconocía. Lo importante “es que sepan que Internet es una red muy inmensa, pero la información nos va a servir”.

***

Internet es un sistema mundial de redes que comparten información, una red de redes hecha de la suma de todos los cables: desde los de ethernet en una oficina hasta los gigantescos cables submarinos entre continentes: routers, satélites... Todo lo demás —redes sociales, páginas web, e-mail, aplicaciones...— son servicios que corren a través de ella, y aunque se les dice “Internet”, éste es, propiamente, una infraestructura material.

Conectar una comunidad a Internet es un asunto de torres y cables, no sólo de código y bits; por eso la CFE trabaja en este proyecto que ambiciona conectar a las pequeñas localidades del país a Internet, hasta que no sea normal que allí no haya cobertura.

La CFE no sólo aporta fibra óptica con sus torres de transmisión sino también contribuye con su capacidad de ingeniería. Se han construido 10,115 torres de telecomunicaciones en conjunto con Altán Redes: los nodos desde los cuales una comunidad se puede conectar a Internet y, desde ahí, al mundo digital entero.

Juan Carlos González Flores, ingeniero supervisor eventual de la División Centro Sur, explica durante un recorrido por Acambay, en el Estado de México, que el primer paso es realizar un estudio de mecánica de suelos para verificar que los lugares sean capaces de soportar la torre.

Nada en los cimientos es prefabricado, se construyen con varillas y un sistema de tierras (con grava, concreto y arenilla) y una losa de cimentación con 60 centímetros de espesor y doble emparrillado, en una excavación de cerca de 2.5 metros de profundidad. Las torres tienen la resistencia necesaria para salvaguardarse de descargas eléctricas: hay un pararrayos conectado a la base; las torres en zonas más altas los atraen con cierta frecuencia.

En la base, que incluye la preparación eléctrica y los conductos que van a la fibra óptica, se construyen los “dados” de concreto sobre los que se levanta la torre, una estructura metálica que va desde 24 hasta 42 metros de altura, según la orografía de cada comunidad y sus necesidades.

Estas torres se reconocen desde lejos porque están pintadas de blanco con rojo, como indica la normativa aeronáutica.

Todas tienen un sistema de autosoporte. Están diseñadas para no caerse: pueden resistir movimientos telúricos y vientos de hasta 140 kilómetros por hora en el interior del país, o 180 si están en la costa.

Se les diseñó para mantenerse en pie por décadas, y un ejército de supervisores de CFE Distribución, como Juan Carlos González, vigilan que se construyan de acuerdo a las especificaciones desde los cimientos hasta la punta.

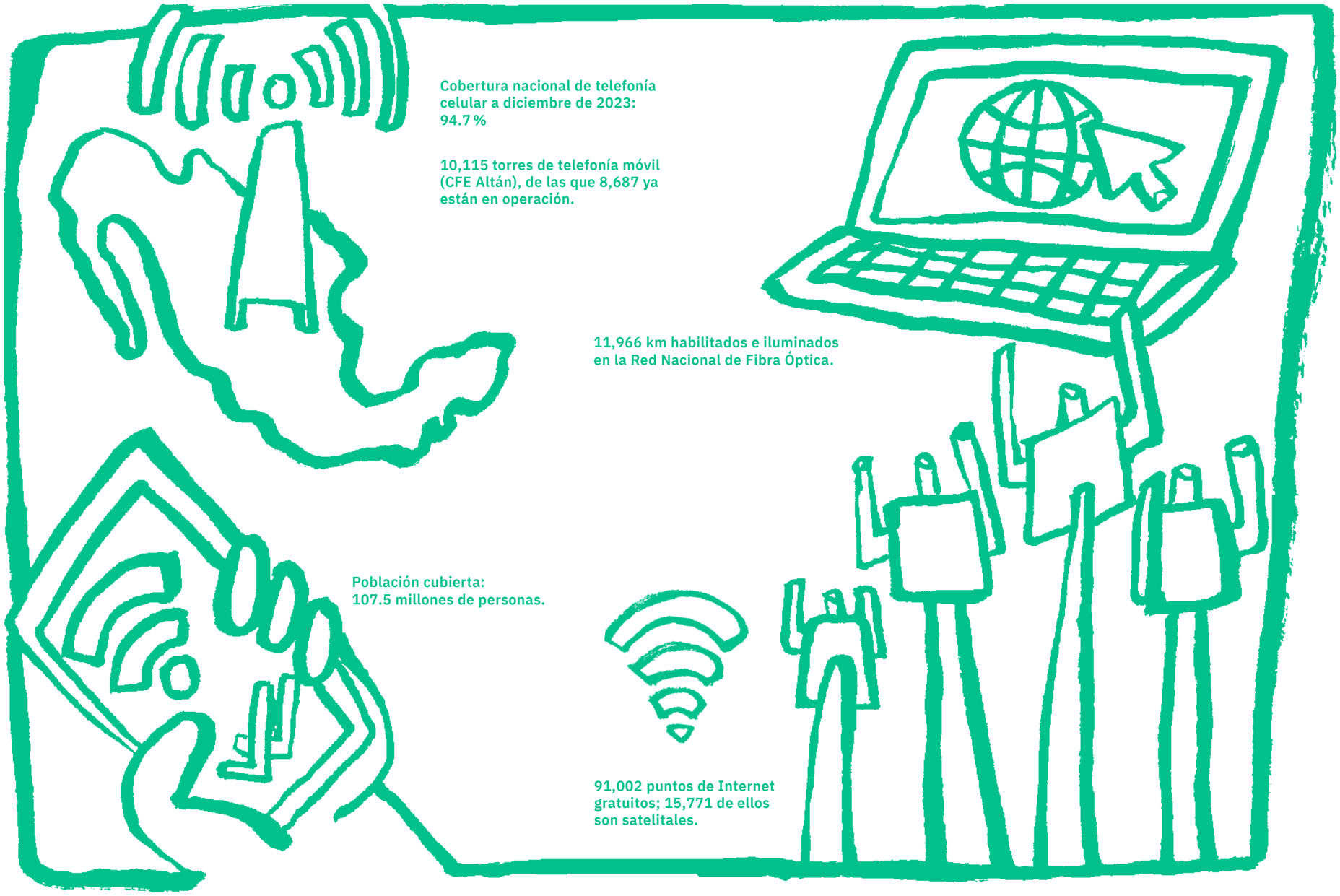
Tras ser terminada, cada torre recibe su propio servicio eléctrico y equipo de telecomunicaciones, que se conecta con Internet mediante la fibra óptica en las torres de transmisión o, para los lugares más remotos, a través de un enlace satelital.

Las torres incluyen radio bases 4G con un radio de tres kilómetros, para dotar de servicios de telefonía y datos a las comunidades. La CFE las instala lo mismo en zonas remotas y de difícil acceso que en subestaciones, escuelas, hospitales o ayuntamientos. Las torres en espacios comunes tienen un dispositivo Wi Fi con un radio de 50 metros para crear puntos de acceso públicos y gratuitos.

La eficacia del tendido de esta infraestructura pública de telecomunicaciones se puede constatar con un chip de CFE Internet que ya está funcionando en la mayoría del territorio nacional.

La brigada que conecta a México

El camino desde Chignahuapan (Puebla) serpentea, por dos horas largas, entre curvas empinadas y laboriosas. Además de pueblos hay acantilados rojizos, ixtles asoleados y líneas



eléctricas. Las brigadas de CFE Telecomunicaciones e Internet para Todos visitan Texocuixpan para una reunión de seguimiento con la comunidad.

"Hemos estado en localidades en las que de plano no había ninguna antena. La gente queda asombrada por el servicio", cuenta José Meza, enlace de CFE TEIT, mientras atiende un módulo temporal (en la batea de la pickup) al que se acercan pobladores de Texocuixpan a pedir informes.

A José no le impresionó el sinuoso camino desde Chignahuapan porque los ha vivido más difíciles. Más pintorescos también: nada como las carreteras a milímetros de una caída vertical, sobre todo cuando hay niebla.

Lo cuenta mientras muestra fotos de los caminos más complicados de México porque ejemplifican el alcance de sus recorridos: ha estado en zonas alejadas de Veracruz, Puebla, Oaxaca, Zacatecas, Tabasco y Chiapas. Calcula que él y sus compañeros de brigada han visitado entre 70 y 80 municipios rurales.

Una vez tendidas las líneas de Internet e izadas las torres de telecomunicaciones, los enlaces de CFE TEIT se acercan a las comunidades para explicarles cómo funcionan y cómo sacarles provecho. Las brigadas llegan con diligencia a todas las comunidades que se conectan por la infraestructura que levanta la CFE.

Roger Laureano, coordinador de Enlace de CFE TEIT, explica las complicaciones logísticas: No se puede llegar a una comunidad sin anuncio previo, así que siempre se dirigen primero a las autoridades. Se presentan, indagan sobre el buen funcionamiento de la antena, explican su programa de trabajo y sólo entonces convocan a todo el pueblo con perifoneos en moto, a caballo, campanas, chicharras o hasta cuetes, según sus costumbres.

Las brigadas reciben capacitaciones para ayudar a la población y explicarle los beneficios. Roger menciona que se acercan pobladores de todo tipo, de los más a los menos jóvenes, que sólo tienen en común la frustración con la mala telefonía y falta de Internet en sus localidades. A veces ya tienen chips de CFE Internet (porque se apoyan de otras dependencias federales para entregarlos), pero no han podido configurarlos.

"Entonces, lo que haces es alentarlos para que utilicen el servicio y les indicas cómo hacerlo. Los llevas de la mano, les configuras sus equipos, les indicas cómo lo pueden utilizar. La verdad es que se van contentos, inclusive regresan para preguntar sobre las redes sociales. Yo luego pido en México que me regresen a esa comunidad para ayudar".

"Nosotros nos dirigimos a las comunidades sin importar el tiempo, la lluvia o la neblina. Llegamos a las comunidades más alejadas para que los pobladores tengan nuestro servicio", cuenta Roger Laureano. José Meza, el otro enlace de CFE TEIT, estuvo una semana antes en Temacapulín, Jalisco: "Ahí la situación es que no hay servicio de las empresas privadas y la única antena que hay es de CFE Internet. Realmente estábamos en un pueblo muy pequeño, pero cuando repartíamos los chips la gente estaba feliz".

Además del servicio de telefonía y datos, para José es importante la creación de puntos Wi-Fi de acceso público, porque en varios pueblos la gente se conecta únicamente con fichas de una hora por 10 pesos: en contraste, el paquete mensual más barato de CFE Internet es de 30 pesos y dura un mes.

"En muchas comunidades es la primera vez que se instala el servicio y es nuestra labor compartir nuestras habilidades para utilizar la tecnología", comenta José.

Pedro Luis Ramírez de Aguilar es maestro en Comunicación por la UNAM con especialidad en análisis del discurso y comunicación en espacios digitales. Forma parte del equipo de la Coordinación de Comunicación Corporativa de la CFE.

La geotermia enfrenta su futuro en México

La Central Geotérmoeléctrica Cerro Prieto cumple 50 años de producir energía limpia y renovable para México. ¿Qué condiciones se necesitan para extraer agua o vapor del interior de la Tierra y producir electricidad a través de este proceso? ¿Cuáles son los retos técnicos que México encara para convertir a la geotermia en una de sus fuentes para la transición energética?

Por Abel Cervantes

Fotografías por Mario Cano

CONOZCAN ESTE INICIO DE Clarice Lispector de *La hora de la estrella*: “Todo en el mundo comenzó con un sí. Una molécula dijo sí a otra molécula y nació la vida. Pero antes de la prehistoria existía la prehistoria de la prehistoria y existía el nunca y existía el sí. Siempre lo hubo”.

Eso de lo que habla Lispector ocurrió igualmente en Mexicali, en el norte de México, cuando, hace millones de años (25, según la ciencia), un movimiento fracturó el interior de la Tierra. Entonces se crearon huecos, fisuras y fallas. Y se originó a más de cinco kilómetros de profundidad una cuenca enorme que después de millones de años se llenó de agua del río Colorado y del Golfo de Baja California acompañado de material sedimentario. Debajo de esa cuenca se acumuló un cuerpo intrusivo, una especie de volcán que no pudo salir a la superficie (como sí lo hizo el de Cerro Prieto en esa zona) y calentó el agua a más de 1,000 grados centígrados. Gracias a ese fenómeno tuvo lugar en 1973 la entrada en operación de la Central Geotermoeléctrica Cerro Prieto, la más grande de México. Esta cuenca también comenzó con un sí.

—Somos el sexto país que produce más energía con geotermia en el mundo, dice el ingeniero Gustavo Ovies, residente de Estudios, mientras muestra en el interior del módulo de exposiciones de este campo una tabla en la que Estados Unidos e Indonesia ocupan los primeros dos lugares. Y hay posibilidad de explorar otros campos aquí, allá y allá.

Las mañanas de noviembre en Cerro Prieto ofrecen un paisaje señero. A lo lejos parece como si un campo se quemara. Hay mucho humo, humo blanco. De cerca, ese humo desaparece en el firmamento y simula darles forma a las nubes del cielo. El efecto lo causa el vapor de agua de 119 pozos por donde se extrae el agua del interior de la Tierra. Los pozos son visibles gracias a unos recipientes de más de tres metros de altura llamados separadores, donde se divide el agua geotérmica en líquido y vapor. En el suelo un sistema de canaletas de concreto por donde pasa agua hirviendo genera un páramo brumoso en el que el personal puede caminar alrededor sin peligro: una escena que bien podría pertenecer a una película de ciencia ficción.

Son cuatro los campos geotérmicos de la CFE que generan electricidad en nuestro país: Cerro Prieto, que cumple 50 años en 2023; Los Azufres (Michoacán); Los Humeros (Puebla) y Tres Vírgenes (Baja California Sur). En suma, tienen una capacidad instalada de alrededor de 1,000 Megawatts, la energía que se requiere para iluminar cerca de 3 millones de hogares, el 1.3% de la electricidad del país. Y México es uno de los pocos territorios en el mundo que recurre a esta tecnología.

—Hay un campo más que pertenece a un privado en el Domo de San Pedro, en Nayarit, dice Gustavo Ovies. Aunque la información y los estudios previos los hizo la CFE, con la Reforma Energética de 2013 pasó a manos de un privado. Genera 20 Megawatts más o menos.

Viaje al centro de la Tierra

El 25 de noviembre de 1864 Jules Verne publicó las aventuras de tres exploradores —el profesor Otto Lidenbrock, su sobrino Axel y su guía Hans— que viajan al centro de la Tierra. El escenario: Reikiavik, la capital de Islandia, un país europeo conocido por sus volcanes, géiseres, montañas y glaciares.

La novela de Verne responde a las inquietudes industriales, científicas y tecnológicas de la época: entre los siglos XVIII y XIX la humanidad vivió su primer gran aceleramiento: el tiempo de pronto corría más rápido que antes. En ese período se inventaron la máquina y el barco de vapor, el auto, la fotografía, el avión, los rayos x y, por supuesto, la electricidad.

De trasladarse a pie o a caballo, la gente lo hizo en barcos y automóviles. Martín Caparrós se pregunta en *Una Luna* “¿cuándo fue que decidimos que mirar las nubes desde arriba, los mares desde arriba, montañas desde arriba ya no era privilegio de un dios?”.

Fue en ese tiempo, que lo cambió todo.

Y en ese tiempo que lo cambió todo un grupo de personas se dieron cuenta, mientras escarbaban el suelo para encontrar carbón, de que a medida que llegaban a más profundidad la temperatura aumentaba.

En Larderello, una zona de la Toscana italiana donde hay cráteres, grietas por donde pasan aguas termales, rocas de granito caliente que producen vapor, un grupo de personas se dieron cuenta de que el agua de esa región se podía transformar en energía mecánica. Y en 1904 construyeron el primer generador eléctrico accionado por vapor térmico.

En Beppu, en la isla de Kyūshū (Japón), un grupo de personas se dieron cuenta en 1919 de que se podía taladrar el suelo de cuyo interior provenía un calor insólito; y se crearon los primeros pozos geotérmicos. Hoy a este destino turístico se lo conoce como Los 9 infiernos porque contiene 9 puntos calientes en su interior y atrae anualmente a más de 7 millones de extranjeros que buscan longevidad y belleza entre aguas termales de más de 40 grados de temperatura.

En 1928 en Islandia las personas también se dieron cuenta de que vivían en una zona propicia para extraer calor y lanzaron sus primeros proyectos de calefacción doméstica a partir de este proceso.

Son cuatro los campos geotérmicos de la CFE: Cerro Prieto (Mexicali), Los Azufres (Michoacán), Los Humeros (Puebla) y Tres Vírgenes (Baja California Sur). En suma tienen una capacidad instalada de alrededor de 1,000 Megawatts, lo que se necesita para iluminar cerca de 3 millones de servicios.

En 2023 Cerro Prieto cumplió 50 años de producir energía limpia y renovable. Arriba, a la izquierda, se aprecia la laguna azulosa donde vive el pez Cachorrito del Desierto. En las demás fotos se muestran los separadores, donde se divide el agua geotérmica en líquida y gaseosa. Abajo se observa parte de la vida animal que convive con esta central.

México escuchó las noticias y gracias a las investigaciones del Ingeniero Luis de Anda, que viajó a Italia para conocer cómo funcionaba la nueva tecnología, en 1960 se echó a andar la planta de Pathé, Hidalgo. Tuvo 10 años de vida y hoy es una especie de museo que nos recuerda que ahí se construyó la primera oportunidad de América Latina de perseguir el sueño que Verne imaginó como una aventura con monstruos y seres enrarecidos: llegar al centro de la Tierra.

—México tiene una posibilidad de exploración geotérmica más allá de sus cuatro plantas, dice Gustavo Ovies en el módulo de exposiciones de la central de Cerro Prieto frente al mapa de la República donde se señalan los puntos con indicios de reservas geotérmicas.

***

La geotermia es un asombro de la Tierra y de la ingeniería.Las máquinas que se alimentan de la geotermia difícilmente se

Las mañanas de noviembre en Cerro Prieto ofrecen un paisaje señero. A lo lejos parece como si un campo se quemara. Hay mucho humo, humo blanco. De cerca, ese humo desaparece en el firmamento y simula darles forma a las nubes del cielo. El efecto lo causa el vapor de agua de 119 pozos por donde se extrae el agua del interior de la Tierra. Los pozos son visibles gracias a unos recipientes de más de tres metros de altura llamados separadores, donde se divide el agua geotérmica en líquido y vapor.

afectan con el clima, son independientes de los combustibles. En caso de huracán es poco probable que se afecte la generación de electricidad. Y si ocurre un sismo es probable que incluso mejoren las condiciones para producirla, por las características geológicas de la zona. La geotermia es energía limpia. Renovable. Su factor de disponibilidad (es decir, la eficiencia del tiempo que puede producir electricidad durante un período) es altísimo: puede alcanzar hasta el 90%; otras oscilan alrededor del 30%. Es energía firme: produce electricidad sin detenerse porque no depende de factores externos, como el clima.

Para un nuevo desarrollo geotérmico se requieren de aproximadamente 30 meses. Previamente deben realizarse estudios geológicos, geoquímicos, geofísicos, que permitan dimensionar el potencial geotérmico. Entonces se diseñan y ejecutan perforaciones exploratorias para comprobar la existencia de recursos geotérmicos. Éstas sirven para evaluar el yacimiento y su producción, para posteriormente diseñar las perforaciones de desarrollo y la planta geotérmica. Finalmente se construye la central que, para ese momento, debe tener permisos ambientales, sociales, administrativos, etc.

En un país como México, que cuenta con diversos recursos para generar energía, lo mejor es aprovechar cada uno de ellos; no depender de uno solo. Por lo pronto, en nuestro país se genera electricidad con base en la fuerza del agua de ríos y presas, en el gas, la energía nuclear y el carbón; y, en menor medida, el sol, el calor del centro de la Tierra y el aire. Es en estas últimas donde hay más oportunidad para crecer y prever un futuro menos invasivo con el medio ambiente.

Aquí mismo, en el campo geotérmico de Cerro Prieto, se instaló en 2012 una planta solar piloto de cinco Megawatts con cuatro tecnologías distintas como una especie de ensayo para probar instrumentos y maquinarias, y recabar datos para saber cuál era más eficiente. Parte de la información contribuyó al proyecto de Puerto Peñasco, la planta solar más grande de América Latina.

Un misterioso pez en el Campo Geotérmico de Cerro Prieto

Mexicali es una ciudad pequeña, industrial. Su nombre es una fusión entre dos de sus culturas: la de México y la de California, estado con el que hace frontera al norte. Cuentan que en los meses más calurosos llegan a superar los 50 grados Celsius. Y que por la naturaleza del movimiento de la Tierra en un futuro muy muy lejano se separará de la República Mexicana junto al resto de las Bajas Californias.

Aquí las lluvias son escasas y los temblores copiosos. El más grande que se tiene registrado sucedió el 4 de abril de 2010 a las 5:40 de la tarde cuando se movió la falla de Cerro Prieto, una de las prolongaciones de la falla de San Andrés, cuyo origen proviene precisamente de California.

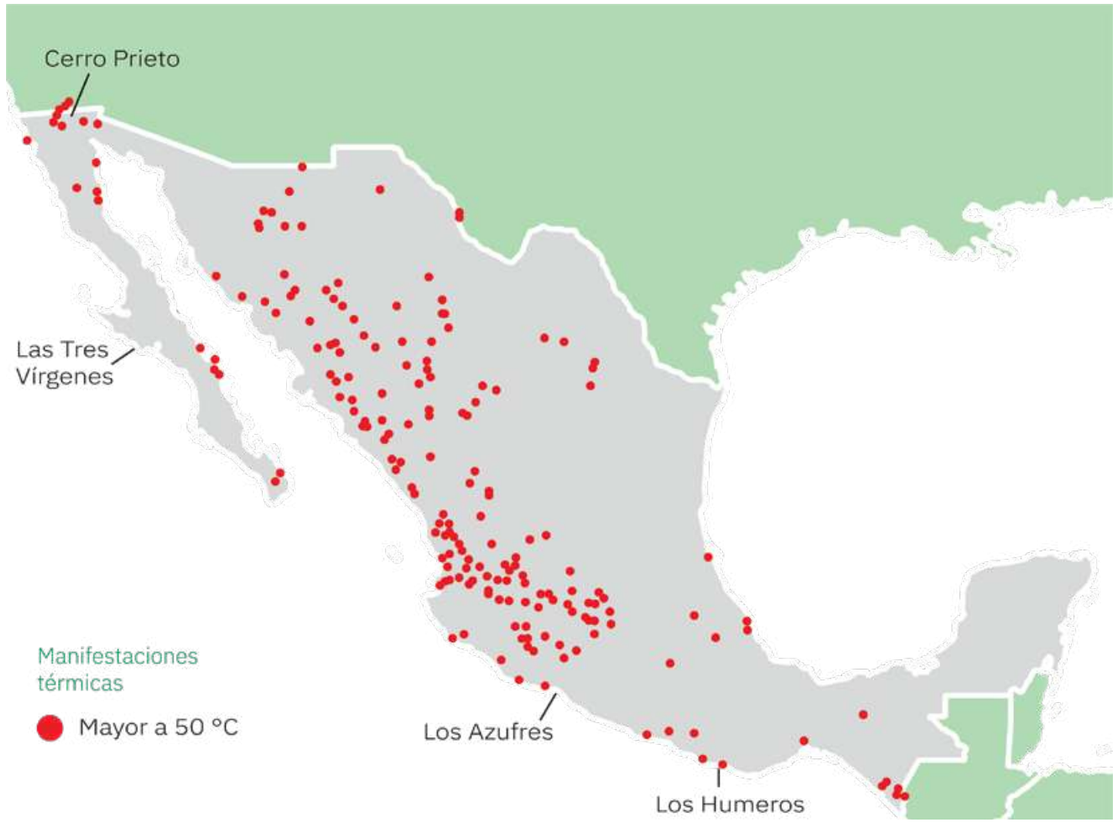
Un puente ferroviario del río Colorado colapsó. Cientos de casas se cayeron. Se destruyeron canales de riego. Esta condición sísmica es la que permite la explotación geotérmica. Y también la producción agrícola: en la zona del Valle Imperial, que se conecta con Sonora, se halla una de las regiones agrarias más extensas del mundo: aunque llueve poco el agua se ha acumulado en el subsuelo por millones de años. Aquí una molécula dijo sí a otra molécula y nació la vida.

—¿Cómo se asegura que el agua del interior del yacimiento geotérmico no se acabe?

—El yacimiento geotérmico se recarga naturalmente con el agua del río Colorado y del Golfo de Baja California, contesta Gustavo Ovies. Sin embargo, el agua que recarga al yacimiento está a menor temperatura que la extraída, por lo que necesita el tiempo necesario para calentarse; de lo contrario, hay un riesgo de sobreexplotar el recurso geotérmico y que el agua del yacimiento cada vez sea de menor temperatura. Por ello se hacen cálculos de masa, temperatura y densidad. El reto es usar los recursos de la manera más estratégica posible.

Hay una laguna de evaporación que el Campo Geotérmico Cerro Prieto adoptó como parte de su proceso y en la cual se descarga el recurso geotérmico residual después de la generación de electricidad. Anteriormente el agua de la laguna se vertía al río Hardy y de éste al del Golfo de Baja California. Hoy el agua de la laguna se inyecta directamente al yacimiento geotérmico.

A finales de la década de los 80 el personal del campo geotérmico descubrió que, entre el poco oxígeno, las altas temperaturas y la alta salinidad de la laguna habitaba un pez endémico. El pez Cachorrito del Desierto (*Cyprinodon macularius*) es una especie en peligro de extinción que rehúye del frío y se adapta a climas extremos para sobrevivir.



Los puntos rojos indican los sitios de la República Mexicana potencialmente geotérmicos donde se han hallado temperaturas al interior de la Tierra propicias para usarse en distintos rubros, entre ellos la generación de energía eléctrica.

—Como el campo geotérmico está protegido, esta especie no enfrenta ninguna adversidad, dice la ingeniera Alma Renee Girón, del Departamento de Química y Ambiental de Cerro Prieto. No hay depredadores ni humanos que lo molesten.

Los Cachorritos del Desierto se aparean entre marzo y abril. Entonces los machos cambian su coloración grisácea por una azul plateada. Su medida es en promedio de tres centímetros para los machos y dos para las hembras. Y en general viven hasta cuatro años. Durante las épocas de frío, que en Mexicali son aquellas donde la media son los 14 grados, los peces prefieren resguardarse en el interior, a 30 centímetros de profundidad. Solamente salen para alimentarse, y se alimentan de una planta marítima porque son herbívoros. La laguna no sólo concentra el agua geotérmica de los pozos del campo sino que también ayuda a que los minerales precipiten. La combinación de sodio, potasio, calcio, silicio, cloruros y otros minerales producen una coloración azulosa en ella.

En una investigación de 1999 de la Universidad de Sonora, Alejandro Varela, Gorgonio Ruiz, Luz María Yépiz y Jorge Alanís descubrieron que el Cachorrito del Desierto vivía en cuatro territorios. Tres en Sonora: en las zonas adyacentes al canal Wellton-Mohawk, en la ciénaga El Doctor y en la ciénaga de Santa Clara. La cuarta es el Campo Geotérmico de Cerro Prieto. De acuerdo con los investigadores, que llevan más de 20 años estudiando esta especie, el de la Comisión Federal de Electricidad es el plan más efectivo para su protección.

—Aquí también hay aves migratorias, pero no vienen a comer, sino de paso. Descansan, anidan y siguen su camino, entre ellos patos canadienses, menciona Alma Renee Girón. Pronto monitorearemos sus actividades.

El Campo Geotérmico Cerro Prieto hace además otros controles medioambientales. Por ejemplo, mide aspectos del aire a través de cinco casetas instaladas en los ejidos Delta, Michoacán, Oaxaca, Hidalgo y Nuevo León. Se llaman así porque sus fundadores provenían de esos territorios. Las casetas son una especie de casa rodante pequeña que en su interior alberga un equipo especializado de control. También hay una estación climatológica donde se mide temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, evaporación de agua dulce y agua geotérmica, así como la cantidad de lluvia.

5,500 grados del núcleo de la Tierra a la superficie

Hoy la ciencia nos dice que los volcanes, géiseres y suelos calientes son una manifestación del centro de la Tierra, cuyo núcleo es una esfera de hierro que se localiza a más de 5,000 kilómetros de profundidad y con una temperatura similar a la superficie del Sol.

Geotermia significa el calor de la Tierra, sus estudios, el proceso que se lleva a cabo allí dentro. En cierta medida las personas expertas en geotermia efectúan en la realidad lo que el profesor Otto Lidenbrock, su sobrino Axel y el explorador Hans intentaron en la novela de Verne: recorrer las fallas y fracturas de la Tierra hasta rozar su interior más profundo.

El domingo 24 de mayo de 1863, el día que comienza la aventura que narra el escritor francés, el mundo miraba la electricidad con arrobo. Aunque ni Edison ni Swan habían inventado la bombilla incandescente, lo cierto es que la energía eléctrica rondaba como un fantasma que pronto se revelaría. ¿El libro era un augurio de que en menos de la mitad de un siglo se usaría el interior de la Tierra para generar electricidad?

Al contrario de esta novela, donde los humanos caminan lámpara en mano sobre grietas y recovecos volcánicos, en geotermia se perfora la superficie para sacar el agua contenida. En Cerro Prieto esta agua se trata a través de separadores; sí, los recipientes enormes de más de tres metros de altura que desprenden humo blanco, donde se distingue la fase líquida de la gaseosa.

—El proceso para extraer agua caliente consiste en localizar una zona cuyo subsuelo es capaz de almacenar agua geotérmica, dice el ingeniero Heber Diez.

Se extrae la salmuera geotérmica, se separa el líquido y el vapor, y este último se transporta por una red de tuberías hasta llegar a la turbina acoplada a un generador donde se transforma la energía mecánica en eléctrica. De ahí la electricidad viaja a una subestación, luego a través de las torres de transmisión, posteriormente a otra subestación y de ahí a los servicios de consumo.

Y se hace la luz.

Los separadores también sirven para tomar muestras de la calidad geoquímica de los pozos que, por exigencia de la Comisión Nacional del Agua, se hace cada trimestre.

—Cada pozo, dice Gustavo Ovies, tiene un transmisor de presión electrónico que manda una señal a un cuarto de control. Un operador supervisa la presión. Este control sirve para monitorear la producción y estabilidad de cada pozo.

¿Cómo saber si un terreno es potencialmente geotérmico? Por el olor a azufre. Por la aparición de volcanes y géiseres. Por el emplazamiento de rocas que sólo se forman a 200, 300 o 500 grados de temperatura.

Para un nuevo desarrollo geotérmico se requieren aproximadamente 30 meses. Previamente deben realizarse estudios geológicos, geoquímicos y geofísicos para dimensionar su potencial.

Gracias al estudio de rocas y suelo, un equipo de geología delimita las fronteras, observa fracturas y fallas regionales. Uno de geofísica mide los puntos de interés en el subsuelo. Uno de geoquímica determina el potencial de calor del fluido, y otro de yacimientos aplica un modelo para delimitar el potencial geotérmico y su capacidad para producir electricidad.

Después se perfora a varios kilómetros de profundidad. En Cerro Prieto los pozos llegan hasta más de cuatro kilómetros.

—En Los Azufres o Los Humeros la técnica de perforación es distinta a la de Cerro Prieto, dice el ingeniero Gustavo Ovies. Allá la prioridad es alcanzar la falla geológica. Nosotros, por el contrario, llegamos a la roca sedimentaria para encontrar el pozo geotérmico.

Es curioso, pero uno de los momentos más tormentosos de la novela de Verne ocurre cuando la tríada de exploradores, a punto de desvanecerse por la falta de agua, da con un manantial que les salva la vida. El agua como fuente generadora de energía. Axel, el narrador, lo cuenta así: "El sólo ruido del agua ejerció sobre mi organismo un efecto temperante, y dejé de sentir toda fatiga. [...] Pero un muro de granito nos separaba aún de ella". El cazador, Hans, entonces desgasta la roca "mediante una serie de golpes repetidos, hasta abrir un orificio de medio pie de diámetro". Finalmente, tienen acceso a agua de 100 grados, que dejan enfriar en un recipiente para beberla.

—Perforar un pozo se hace en tres fases, dice Gustavo Ovies. La primera a 150 metros de profundidad. La segunda de una longitud de entre uno y dos kilómetros, y la tercera

de entre dos y tres kilómetros, donde previsiblemente está el agua hirviendo.

—Es como si perforaras un pozo petrolero, completa el ingeniero Heber Diez. Usas prácticamente la misma tecnología. Con una grúa sacas y metes tubos y utilizas tubería de perforación y una herramienta con una barrena, una especie de broca.

—Hay perforaciones verticales, en forma de J o de S, comenta Gustavo Ovies. En el sistema petrolero son comunes los horizontales: perforas a cierta profundidad y posteriormente haces un trazo horizontal hasta llegar a la zona deseada.

Los pozos se perforan estratégicamente para aprovechar el agua.

—Imagina que tienes un recipiente cúbico lleno de agua y usas un popote para succionarla, menciona Heber Diez. Alrededor de ese popote se genera un diámetro de influencia. Con la succión se produce un movimiento en los extremos. Los pozos actúan así. Si perforas otro pozo cerca ambos comparten una zona de influencia. En un campo geotérmico como el nuestro lo ideal es que los pozos estén a tal distancia que sus diámetros de influencia apenas se toquen.

En Cerro Prieto la cantidad de agua que entra a la cuenca es mucha: lo que se extrae se recupera por la influencia de las recargas naturales e inyección. La idea es cuidar el balance de masa para que el yacimiento tenga capacidad de recargarse sin sobreexplotarlo, que haya tiempo de que se caliente y de que se extraiga para la producción eléctrica.

Uno de los trabajos del personal de la CFE consiste en hacer los cálculos adecuados para administrar el agua para que se siga generando electricidad. Otro es mantener los pozos en buenas condiciones: operar las válvulas para saber cómo y cuándo extraer. Con la misma generación de vapor actual se puede aumentar la producción de electricidad gracias a las mejoras tecnológicas que actualmente existen.

—Nosotros hacemos simulaciones numéricas regularmente, dice Gustavo Ovies. Metemos en un software (que se usa tanto en geotermia como en el sistema petrolero) datos de diversa índole sobre las rocas, la densidad del agua, la permeabilidad, las fallas, etc., y simulamos lo que puede suceder a 30, 40 o 50 años.

—¿Y qué va a pasar en 50 años?

—Si aprovechamos bien los recursos este campo geotérmico todavía tiene mucho por dar, responde Heber Diez.

—En Estados Unidos, aquí cruzando el géiser, comenta Gustavo Ovies, desarrollan sistemas geotérmicos que generan 10, 15, 20 megas. Lo suficiente para abastecer una pequeña zona. México podría hacer lo mismo con el potencial que tiene.

La geotermia se puede usar también para construir sistemas de calefacción o de enfriamiento, para producir vegetales, para que los alimentos se mantengan a cierta temperatura y se conserven.

Sólo hay que decir sí, como lo hizo en el principio de los tiempos, una molécula con otra molécula.

Abel Cervantes es escritor y editor. Fue profesor de la UNAM por más de 10 años en materias relacionadas con cine, periodismo y ciencias del lenguaje. Es responsable de Comunicación Interna de la CFE dentro de la Coordinación de Comunicación Corporativa.

Residencia General Cerro Prieto

LA GERENCIA DE PROYECTOS GEOTERMOELÉCTRICOS coordina los cuatro campos geotérmicos y proyectos diversos de energías renovables. Esta coordinación se rige a partir del Subproceso de Suministro de Vapor en la cual se explican las seis etapas de esta Residencia General: 1) Estudios. 2) Desarrollo de ingeniería. 3) Perforación y reparación de pozos, y construcción de obras. 4) Extracción y separación de vapor. 5) Conducción, tratamiento del vapor y disposición de agua geotérmica y 6) Entrega y recepción de vapor.

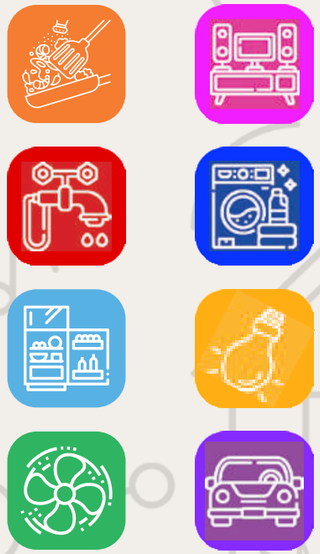
En la foto se ve el personal de todas las áreas de la Residencia General Cerro Prieto: Residencia General, Administración General, Residencia de Estudios, Residencia de Perforación de Pozos, Residencia de Reparación de Pozos, Residencia de Obras Geotérmicas y Residencia de Suministro de Vapor, incluidas las representaciones sindicales del centro de trabajo.

Las tareas técnicas están relacionadas con las administrativas, normativas y legales correspondientes, de las cuales se desprenden la contratación, contabilidad, finanzas, recursos humanos, servicios generales, almacenes, etc.

Las tareas técnicas y administrativas se complementan con las representaciones sindicales (Delegación Cerro Prieto y Sección 177) para asegurar las mejores condiciones laborales para el personal que desarrolla dichas tareas.

Consulta y descarga los

CONSEJOS PARA AHORRAR ENERGÍA EN EL HOGAR



#ConsumoConscienteHogarEficiente

SENER SECRETARÍA DE ENERGÍA | CONUEE COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

gob.mx/conuee

CFE

Comisión Federal de Electricidad®