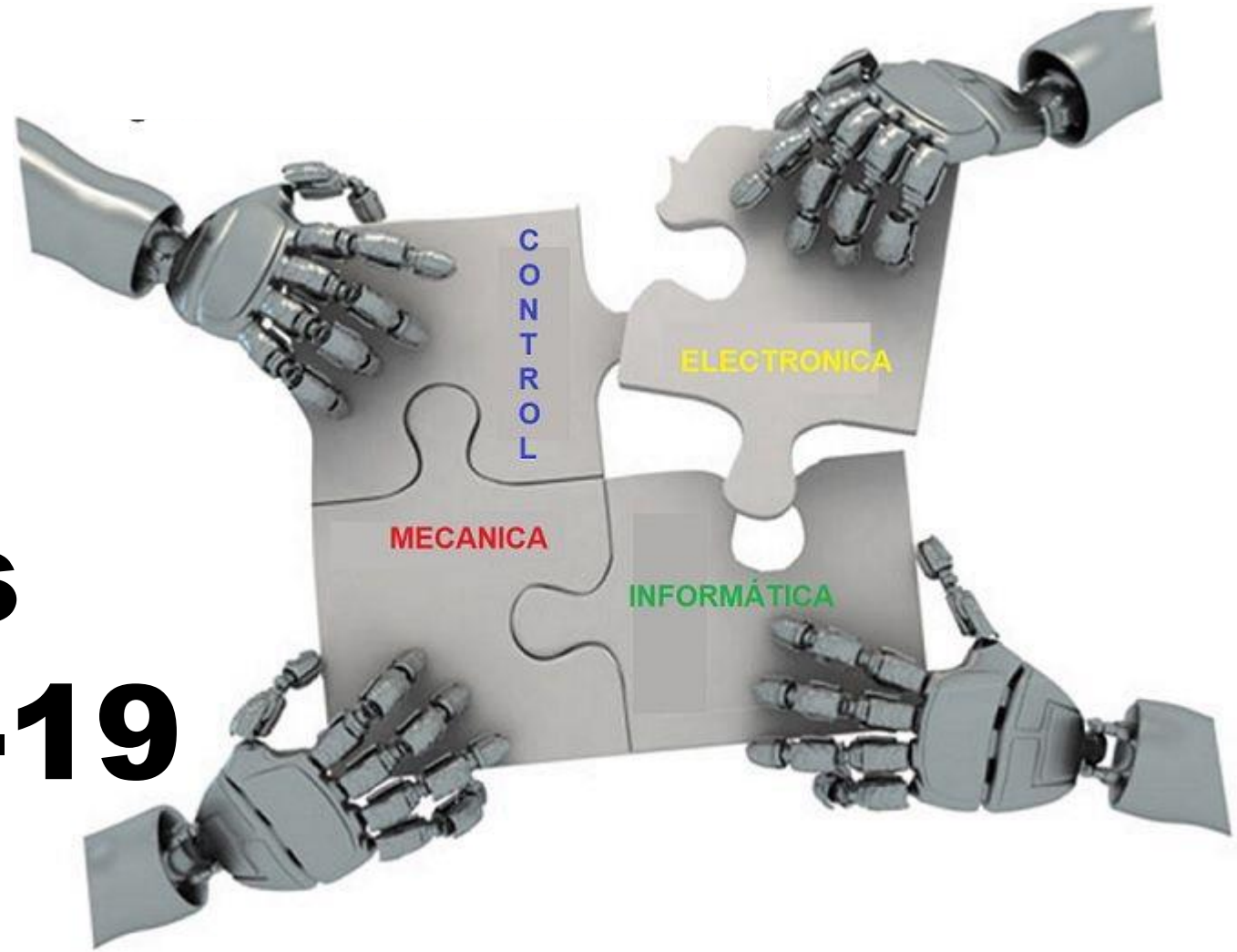




# La ingeniería en tiempos de la COVID-19



**INGENIERIAS MECANICA Y ELECTRICA**

# Roberto Carlos Tamayo Pereyra

- *Ex. Director General de Electricidad del MINEM*



• <https://www.facebook.com/roberto.tamayo.96742>



• <https://www.linkedin.com/in/roberto-carlos-tamayo-pereyra-64499339/>



• [roberto.tamayo.p@gmail.com](mailto:roberto.tamayo.p@gmail.com)



# GOBERNANZA GLOBAL EN CIENCIA E INGENIERÍA

Entrenamiento de usuarios

Intercambio de conocimientos entre países desarrollados y en desarrollo

Desarrollo de capacidad institucional

Entregar resultados es importante

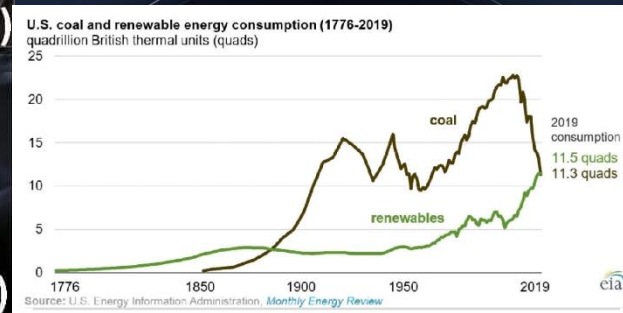
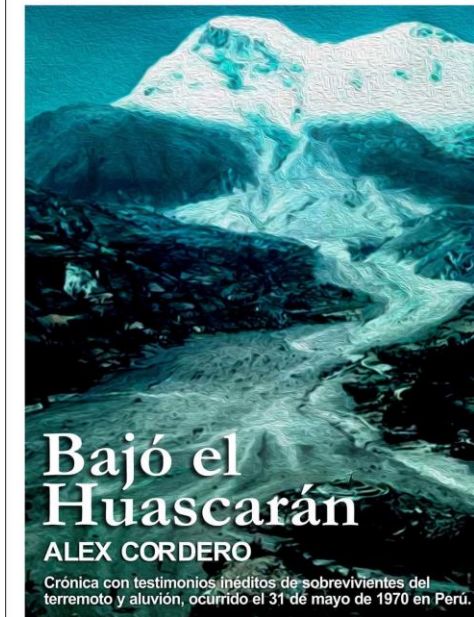
Colaboración

Desarrollo de mecanismos de producción

Comunicación entre investigadores y usuarios

## Elementos claves

- Priorizar
- Financiación
- Propiedad intelectual
- Investigación e innovación
- Capacidad de utilizar resultados de la investigación





# IMPACTO GLOBAL DE COVID 19

## LA CRISIS

Globalización

Cambio climático



Biodiversidad

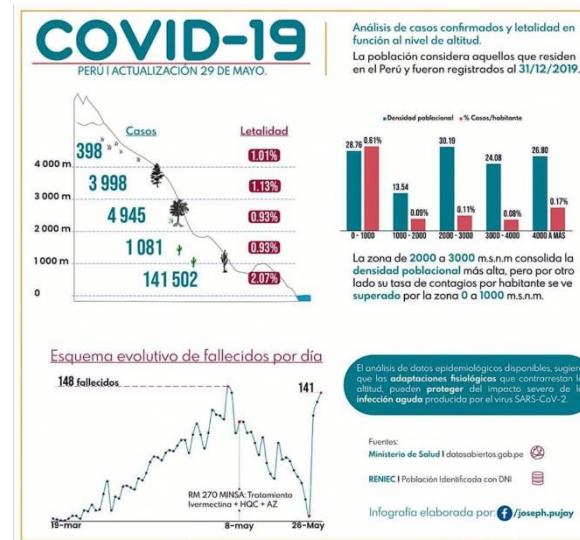
### ¿Que se ha notado con el covid 19?

Países carecían de  
**Resiliencia**

Uso masivo de Internet

Contaminación del aire, tierra y mar

- la educación a distancia
- menos asistencia al aula
- más cursos en línea
- muchos servicios se proporcionarán de forma remota
- Trabajo desde casa
- Telemedicina
- Menos demanda de espacio físico
- Se necesitará más conectividad a áreas remotas
- La inversión en infraestructura sufrirá cambios



¿Cómo el Sector Energético de América Latina y el Caribe está actuando para enfrentar la pandemia del COVID-19?



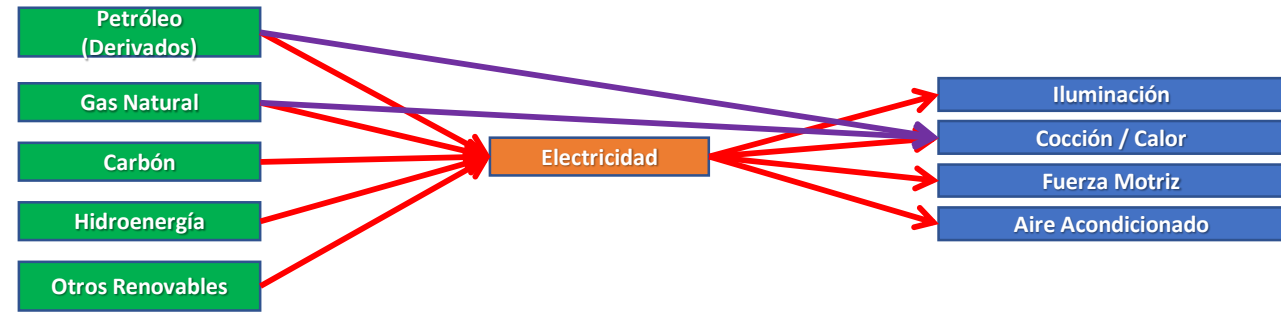
Relevamiento al 10 de abril del 2020

<http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0450.pdf>

# LA MECANICA Y LA ENERGIA

HAY UN PRINCIPIO O LEY FÍSICA MUY IMPORTANTE:  
LA ENERGÍA NO SE CREA NI SE DESTRUYE, SÓLO SE TRANSFORMA

## Transformación de la Energía



Forma de Energía → Energía Nuclear    Energía Química    Transformación    Energía Química    Energía Solar    Energía Hidráulica    Energía Eólica    Energía Térmica



Forma de Transformación → Fusión o Ruptura de átomos    Combustión    Refinería    Vegetación    Calentamiento    Flujo de Agua    Flujo de Aire    Combustión

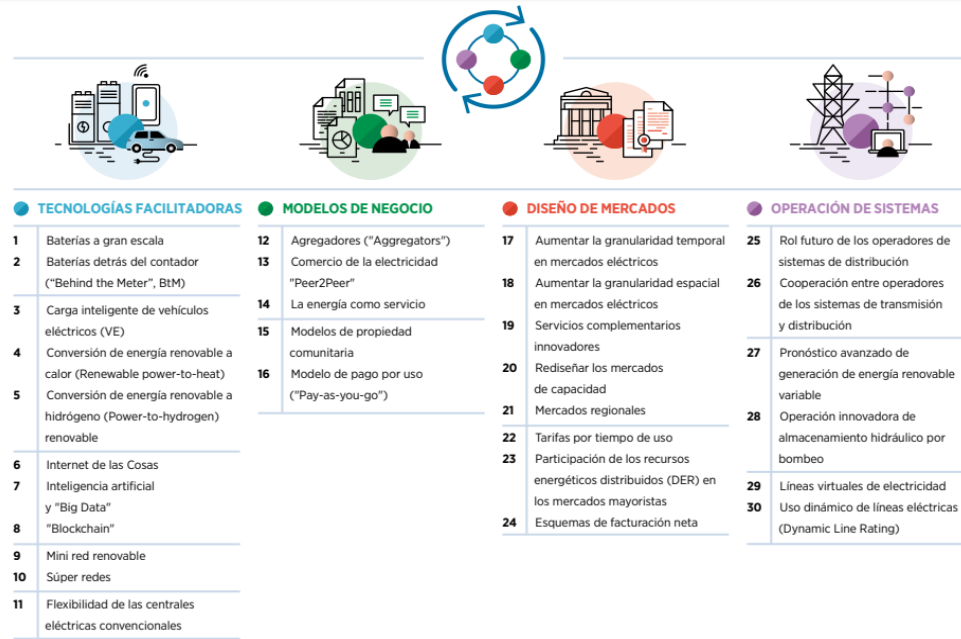
En la transformación de la energía no se aprovecha toda la energía que se recibe de la materia debido a pérdidas en los procesos





# TRANSFORMACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO

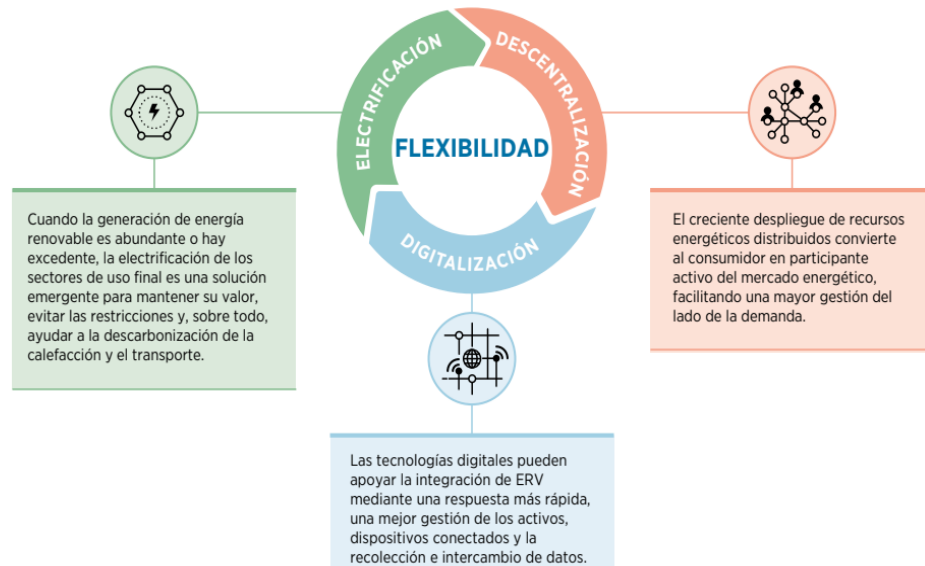
INNOVACIÓN



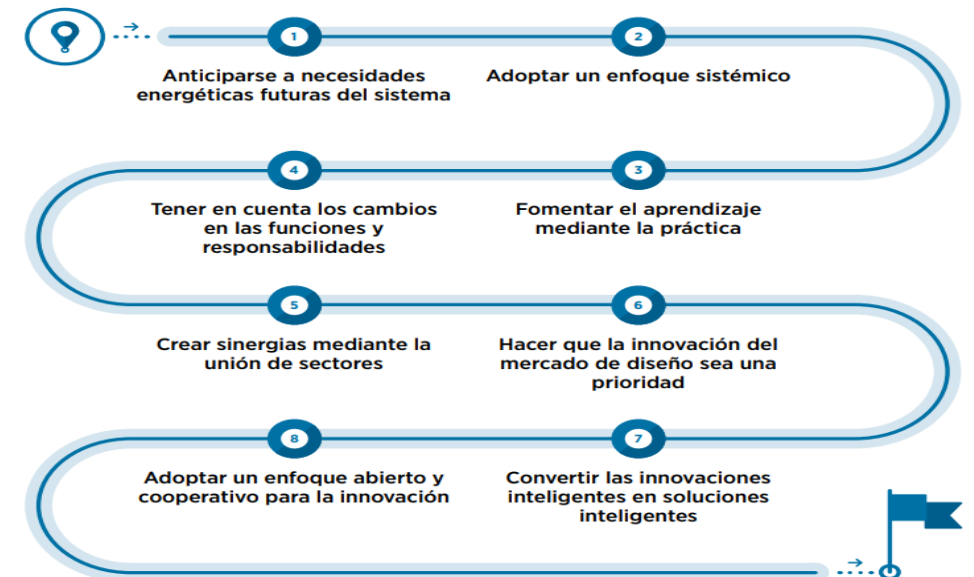
DESAFÍOS

	INVERSIÓN NECESARIA	DESAFÍOS
<b>Tecnologías facilitadoras.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inversión elevada en hardware</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operación de las tecnologías facilitadoras</li> </ul>
<b>Modelos de negocio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limitada en hardware, pero elevada en software (puede ser necesario invertir en personal y software)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es probable que se necesite un cambio en la regulación</li> <li>Se deben implementar nuevas tecnologías digitales (como sensores y modelos predictivos)</li> </ul>
<b>Diseño de mercados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limitada en hardware, pero elevada en software (por ejemplo, inversión en software en intercambios de electricidad y participantes en el mercado)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio en el marco regulador</li> <li>Desafíos políticos</li> <li>Es posible que se requiera cooperación internacional</li> <li>Coordinación entre muchas partes interesadas diferentes</li> <li>Cambio de roles de los actores del sector eléctrico</li> <li>Debido a que hay ganadores y perdedores, es posible que se requiera algún tiempo para ponerse de acuerdo e implementar</li> </ul>
<b>Operación del sistema</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limitada en hardware, pero elevada en software (puede ser necesario nuevo software, herramientas, sistemas de control)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilidad de datos</li> <li>Manejo de datos</li> <li>Es posible que se requieran cambios en la regulación</li> </ul>

TENDENCIAS



RUTA

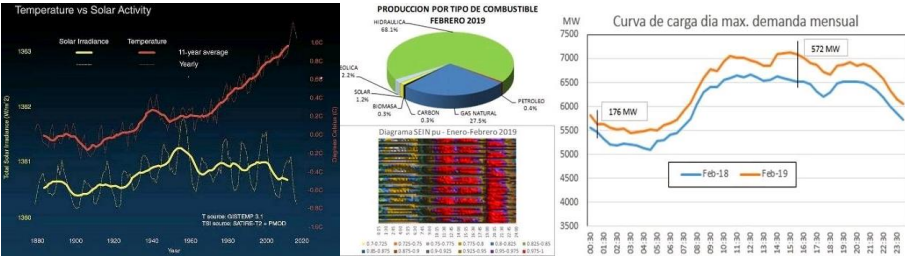


Fuente: IRENA



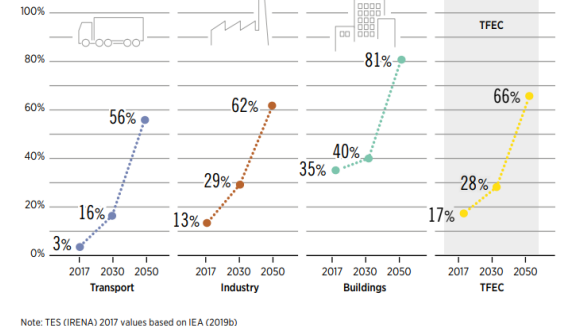
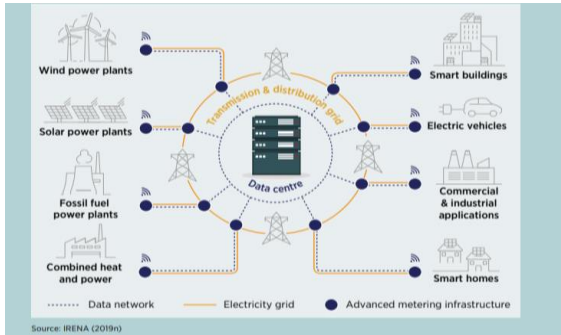
# CONCEPTOS TRASCENDENTALES

## Cambio Climático



## Adaptabilidad

nuevas tecnologías  
Internet de las cosas, como una llave para la transformación de los sistemas de potencia



La cuota de energía renovable necesita crecer en todos los sectores

## Flexibilidad



## Autoconsumo

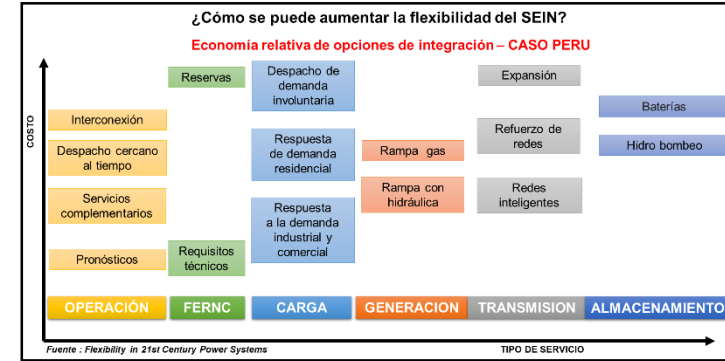
“Usuarios de energía empoderados”

Esta expresión refleja un contenido muy eficaz para con la importancia de las decisiones del actor principal que decidirá la **gestión de la demanda, el USUARIO.**

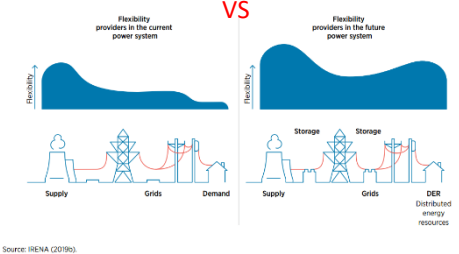
### Proyectos para Autoconsumo



## MAPA PRO FLEXIBILIDAD



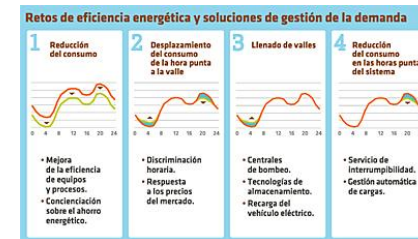
Proveedores de flexibilidad tradicionales vs. proveedores de flexibilidad emergentes



## Eficiencia energética

gestión de la demanda

la gestión de la demanda es la planificación e implementación de medidas destinadas a influir en el modo de consumir energía con el fin de modificar el perfil de consumo. Con ellas se contribuye a una gestión más eficiente y sostenible del sistema eléctrico. Estas medidas se clasifican en 4 grupos según su impacto en la curva de demanda.

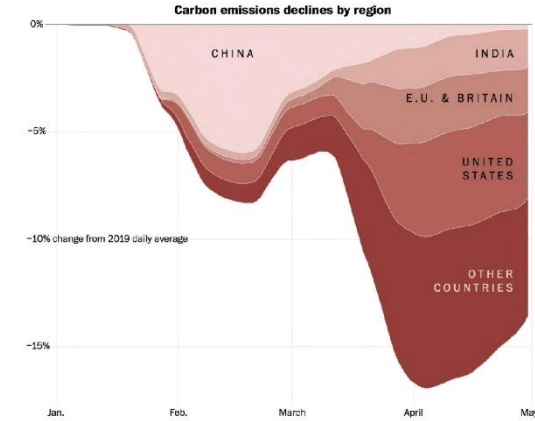
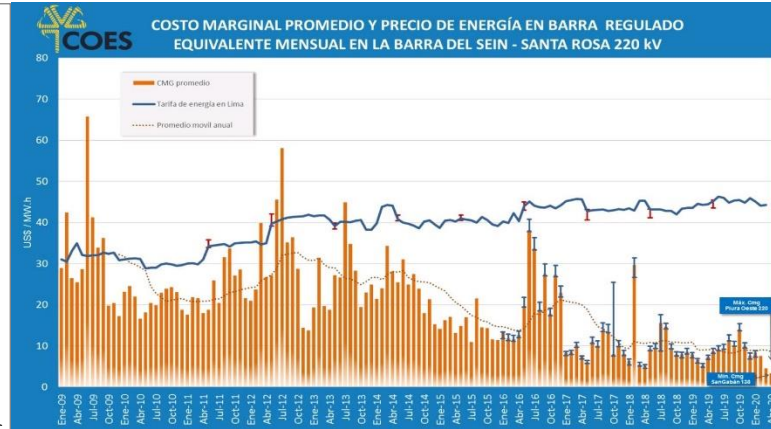
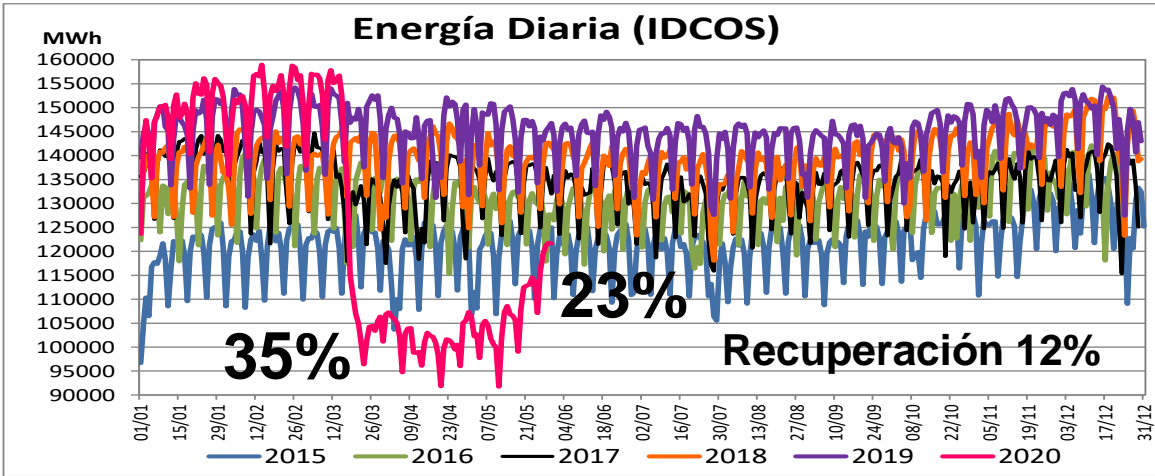




# Paulatina, lenta, y esperemos segura reactivación de la economía

## CAIDA DE LA DEMANDA

## ¿LARGO O CORTO PLAZO?



Fuente: Le Quéré et al Nature Climate Change

## Resiliencia energética

Diversidad del suministro del total de fuentes primarias de energía: Resiliencia (\*) energética en lugar de independencia. “Los fundamentos de un sistema energético seguro es necesitar menos energía en primer lugar, conseguirlo de fuentes que sean ‘invulnerables’ por su diversidad y dispersión”.

(\*) Capacidad de un sistema de soportar y recuperarse ante desastres y perturbaciones

## Planificación energética

“Una planificación energética no funciona si los precios no reflejan la potencial escasez ... La planificación concebida es una buena parte del buen gobierno, para no encontrarnos más adelante con os problemas que países tan cercanos pero tan diversos como Chile, Argentina y Venezuela están enfrentando hoy. Debemos estar preparados y presentarle a la población un plan con su debida financiación y que proponga alternativas realistas”

P. Kuczynski (2013) “Mas allá del 2021: Una visión de largo plazo para el Perú – Planeamiento energético”





# LA MADUREZ DEL SEIN (TAREA DE TODOS G-T-D-GU)

## ¿LARGO O CORTO PLAZO?

Capacidad de cortocircuito

Capacidad de cortocircuito



2000

2004

2008

2013

2019

2040



GENERACION

13 Empresas

16 Empresas

38 Empresas

60 Empresas

?? Empresas

LT. km

220kV	138kV	60-69kV	33.5kV
5845.3 km	2670.6 km	670.3 km	550.4 km

220 kV	135 kV	60-69kV	33.5 kV
5573.3 km	2890.8 km	785.7 km	550.4km

500 kV	220 kV	138 kV	69 – 33 kV
1509.8 km	10286.7 km	4736.4 km	7366.1 km

500 kV	200 kV	138 kV	69 – 33kV
2877.3 km	12631.3 km	4846.1 km	8181.9 km

?? km

Año de la interconexión de los sistemas Centro Norte y Sur del SEIN

Incorporación del GN de Camisea. Crisis de los suministros sin contrato.

Camisea se logró posicionar en la matriz eléctrica. El 2009 se iba a enfrentar una leve sequía.

Se terminaron de consolidar los Ciclos Combinados. Se ponen en servicio LLTT de 500 kV.

La hidroelectricidad se incrementa por la incorporación de CCHH relativamente grandes como Cerro del Águila y Chaglla.

Se busca un mayor porcentaje de participación de las RER. La FLEXIBILIDAD juega un rol importante.

Operación no flexible, no segura

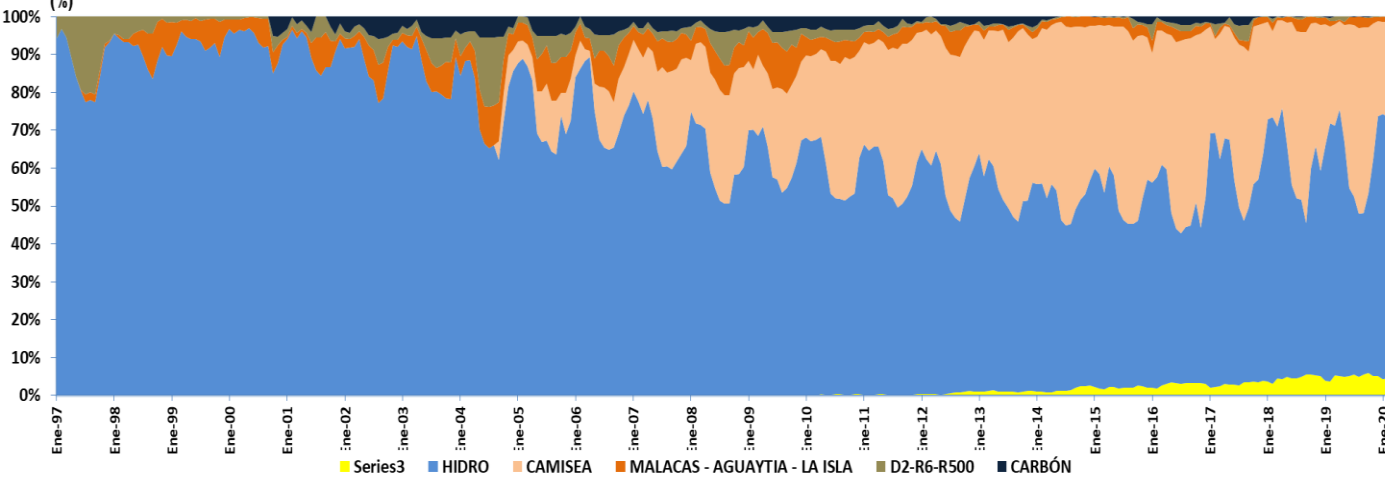
Operación no flexible, pero segura

Operación flexible y segura

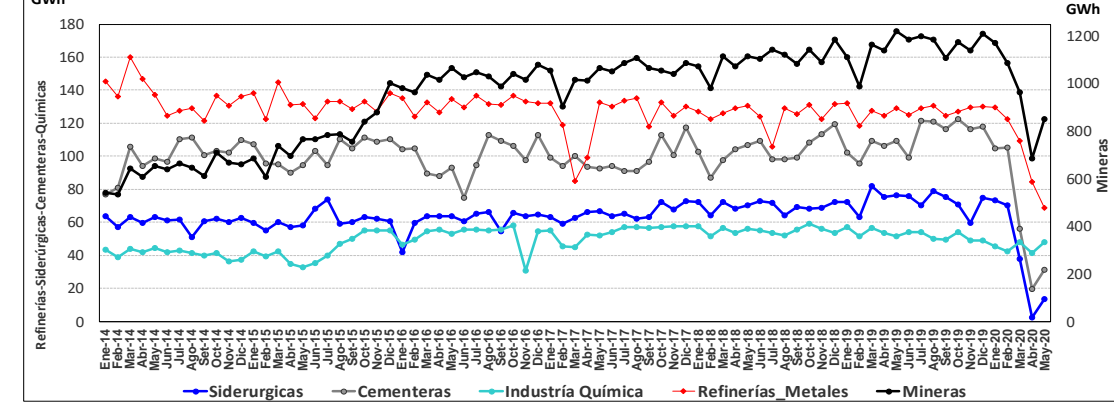


# LA MATRIZ ELÉCTRICA - DECISIONES

Participación (%) EVOLUCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN POR TIPO DE RECURSO ENERGÉTICO EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA 1997 - 2020

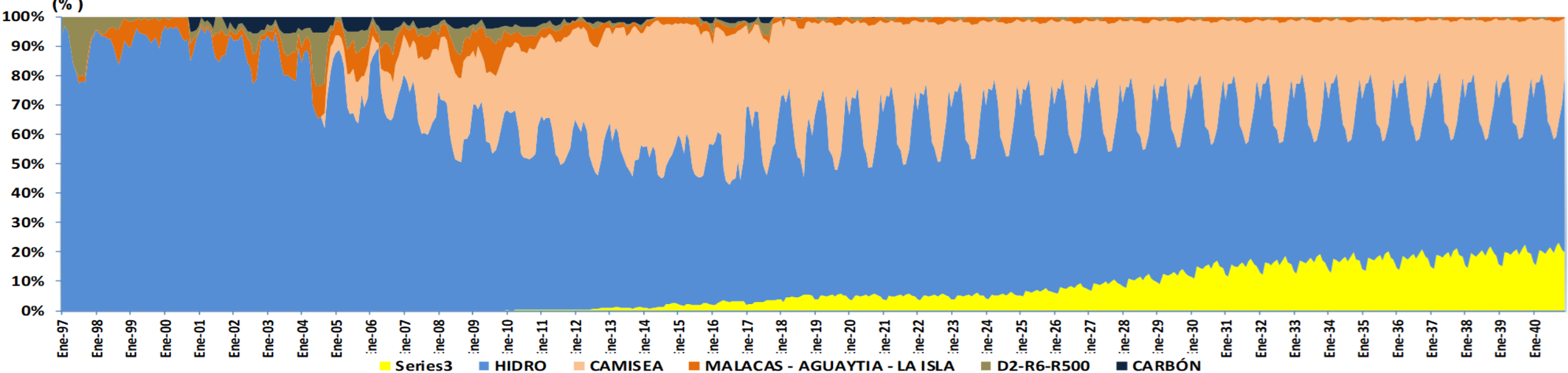


GWh Evolución de la demanda de cargas importantes por tipo de Proceso



Ind. Químicas: Quimpac  
 Refinerías: Cajamarquilla, Mepsa, Doe Run  
 Siderúrgicas: Aceros Arequipa y Sider Perú  
 Cementeras: Cementos Lima, Cementos Andino, Cementos Pacasmayo, Cementos Piura, Cemento Yura, Yura Cachimayo  
 Mineras: Antamina, Toromocho, Brocal, Buenaventura, Milpo, Volcan, Shougang, Cobriza, Yanacocha, Gold Field, Misky Mayo, Barrick, Southern, Cerro Verde, Antapaccay, Ares, Minsur, Constanza, Las Bambas, Mar Cobre

Participación (%) EVOLUCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN POR TIPO DE RECURSO ENERGÉTICO EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA 1997 - 2040





# Paulatina, lenta, y esperemos segura reactivación de la economía



**El reto energético al que se enfrenta la humanidad es mucho más considerable de lo que a veces dan a entender las cifras de crecimientos exponenciales de las instalaciones solares y eólicas de la última década** (Fuente: Pedro Prieto, Vicepresidente de la Asociación para el Estudio de los Recursos Energéticos - AEREN)



# PROYECTOS DEL SECTOR ELECTRICO

## Los proyectos de los distintos sectores productivos se han visto afectados?

Previsto para Puesta en Operación Comercial		Plan Referencial 2005-2014
		Plan Referencial 2006-2015
		COINCIDE EN AMBOS PLANES

POC  

Proyectos	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	ENERGÍA ANUAL (MW.h)	POTENCIA (MW)	COSTO DE INVERSION TEORICO (millones US\$)	POTENCIA (MW)	COSTO DE INVERSION TEORICO (millones US\$)	FP (TEORICO)
OLMOS I														670000	120	80.02			63.74%
PLATANAL														1100000	220	246.21	220	350	57.08%
MACHU PICCHU II														418000	50	55.59	102	148.8	-
TARUCANI														821000	110	72.3	91	154.5	85.20%
SANTA TERESA														825000	158.6	146.5	168	506	59.38%
CHEVES														725000	120	141.51			68.97%
SAN GABÁN I														1000000	174	137.6			65.61%
SANTA RITA														900000	130	136.4			79.03%
PUCARÁ														385000	58	56.4			75.78%
LA VIRGEN														720000	112	94.79	118	464	73.39%
QUITARACASA														338000	86	83.18	90	251	45.49%
HUANZA														425000	96	104.8	18.4	85.6	51.24%
MARAÑON																			

- C.H. Huanza (Operando desde el **06.06.2014**)
- C.H. Machupicchu II (Operando desde el **15.08.2015**)
- C.H. La Virgen (en construcción)
- C.H. Curibamba (en etapa de estudios de ingeniería)
- C.H. Chadín II (en etapa de estudios de ingeniería)
- C.H. Veracruz (en etapa de estudios de ingeniería)
  
- L.T. 500 kV Chilca – La Planicie – Zapallal (Carabaylo) (Operando desde el **26.06.2011**)
- L.T. 500 kV Zapallal (Carabaylo) – Chimbote – Trujillo (Operando desde el **29.12.2012**)
- L.T. 500 kV Chilca – Marcona - Montalvo (Operando desde el **02.05.2014**)
- L.T. 500 kV Trujillo - Chiclayo (Operando desde el **05.07.2014**)
- L.T. 500 kV Mantaro – Marcona - Socabaya - Montalvo (Operando desde el **30.11.2017**)
- L.T. 220 kV Talara – Piura (Operando desde el **04.05.2013**)
- L.T. 220 kV Tintaya - Socabaya (operando desde el **01.06.2014**)
- L.T. 220 kV Machupicchu – Abancay - Cotaruse (operando desde el **21.08.2015**)
- L.T. 220 kV Carhuaquero - Cajamarca Norte – Cállic - Moyobamba (operando desde el **26.11.2017**)
- L.T. 220 kV Machupicchu – Quencoro – Onocora - Tintaya (en etapa de Trato Directo)
- L.T. 220 kV Moyobamba - Iquitos (en etapa de Trato Directo)
- L.T. 220 kV La Planicie - Industriales (Operando desde el **24.08.2017**).
- L.T. 220 kV Friaspata - Mollepata (Operando desde el **18.08.2018**).
- S.E. Orcotuna 220/60 kV (Operando desde el **27.11.2017**).
- L.T. 220 kV Azángaro – Juliaca – Puno (Operando desde el **08.06.2018**)
- S.E. Carapongo (Operando desde el **01.12.2018**)
- L.T. 220 kV Montalvo – Los Héroes (Operando desde el **02.03.2020**)
- L.T. 138 kV Aguaytía – Pucallpa (en construcción)
- Enlace 500 kV Mantaro – Nueva Yanango – Carapongo (en elaboración de estudios de ingeniería)
- Enlace 500 kV Nueva Yanango – Nueva Huánuco (en elaboración de estudios de ingeniería)
- L.T. 220 kV Tintaya – Azángaro (en elaboración de estudios de ingeniería)
- Enlace 500 kV La Niña – Piura, Subestaciones, Líneas y Ampliaciones Asociadas (en estudios)
- Enlace 220 kV Pariñas – Nueva Tumbes, Subestaciones y Ampliaciones Asociadas (en estudios)
- Enlace 220 kV Tingo María – Aguaytía, Subestaciones, Líneas y Ampliaciones Asociadas (en estudios)

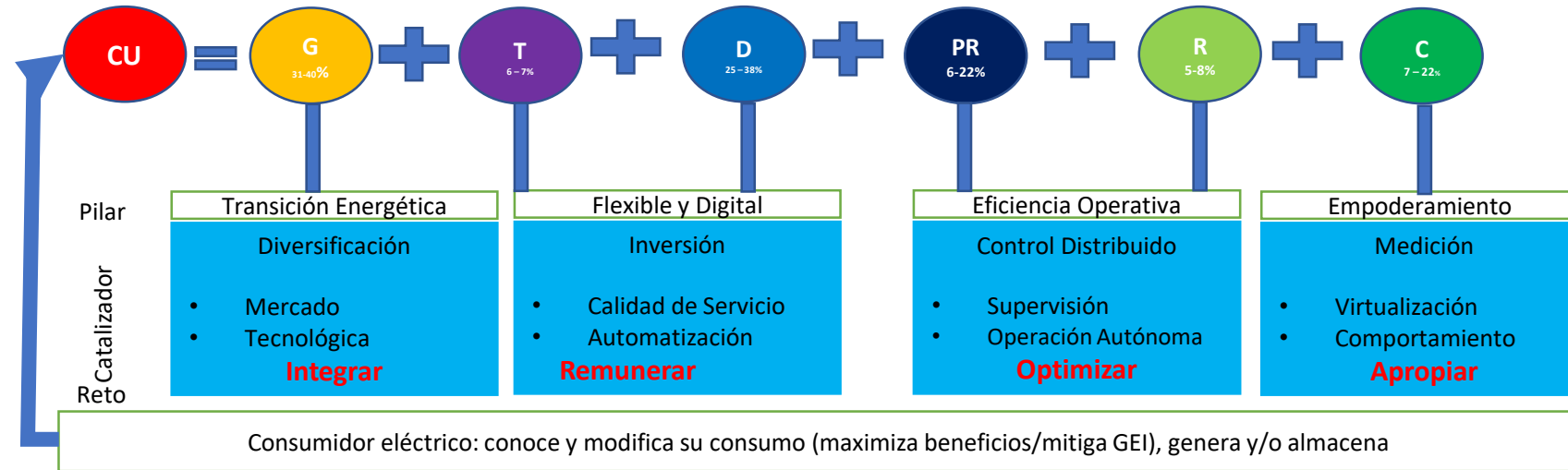


# NUEVA CADENA DE SUMINISTRO

Que entendemos por la transformación energética?

Una mirada desde el consumidor

(Fuente: Basado en propuesta de Colombia Inteligente)

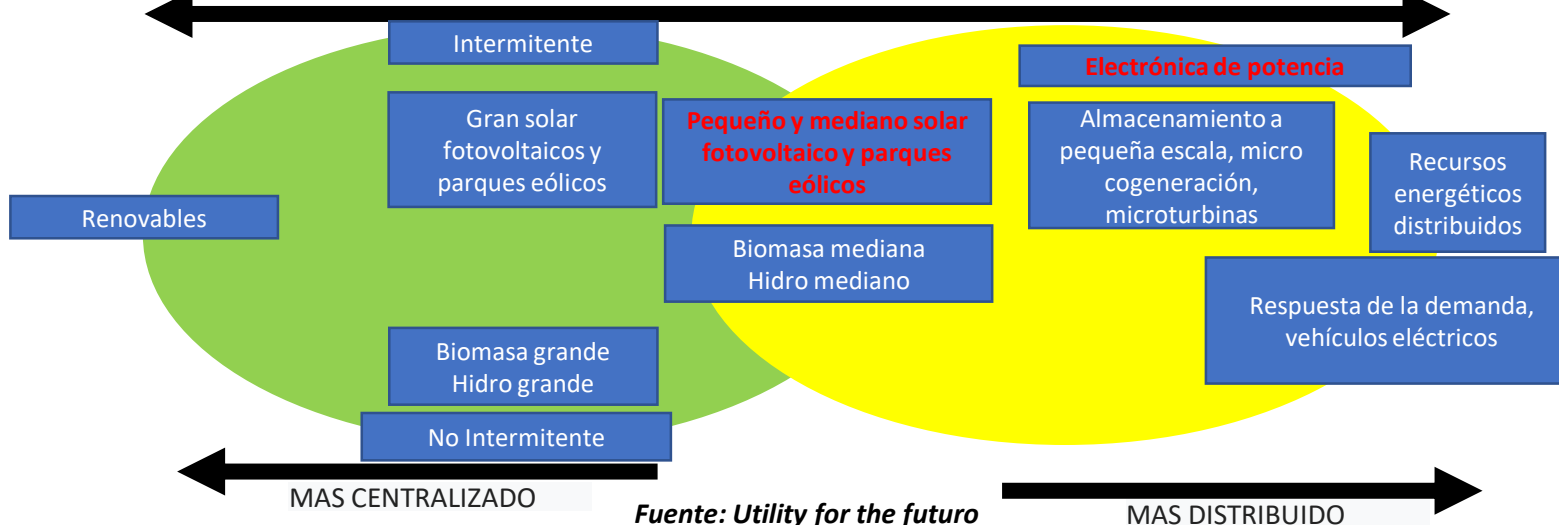


## NUEVAS CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO DE ELECTRICIDAD



## Taxonomía de los recursos energéticos distribuidos

TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN INTEGRADAS EN TODAS LAS TECNOLOGÍAS



El sistema de energía es cada vez más distribuida

consumo de energía inteligente

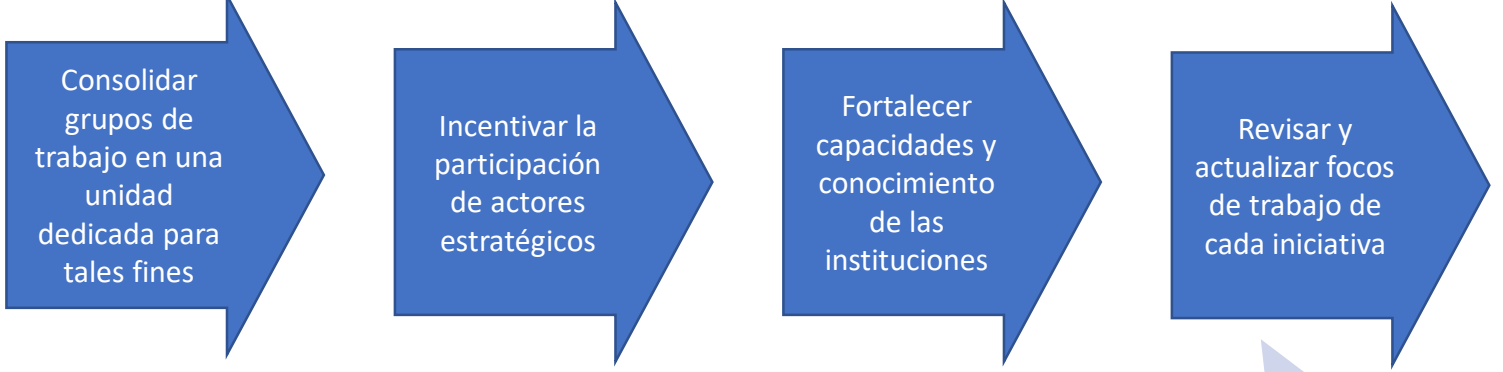
nuevas opciones para el suministro y el consumo

Integración de los recursos energéticos

Menos centralizada

# VISION A LARGO PLAZO

## TAREAS



## TECNOLOGIAS

- 1 Red Digital (niveles de automatización)
- 2 Medición avanzada (estrategias de apropiación)
- 3 Recursos Distribuidos (micro redes escalables)
- 4 Movilidad eléctrica (infraestructura de recarga rápida)
- 5 Arquitectura tecnológica (funcionalidades tecnológicas)



Autoconsumo y GD  
Gestión Demanda  
Almacenamiento

Medición Avanzada (AMI)

Movilidad eléctrica

Red Digital

SECTOR INTELIGENTE

La masificación de las tecnologías es una tendencia evidente





# Operación de los Sistemas Eléctricos Post Covid-19

## Centros de Control

### El shock de la pandemia en el SEIN

Consecuencias???



## Cambios!!!

### Situación y Acciones tomadas en USA y Europa

- 1) Continuidad de las operaciones en los **Centros de Control**.
- 2) Continuidad de las Operaciones en las **instalaciones de Generación**.
- 3) **Acceso y Operaciones** en áreas restringidas o en cuarentena.
- 4) Protocolos para **Asistencia Mutua**.
- 5) Desafíos en la **Cadena de Suministro**.

De acuerdo a nuestro contexto de análisis, se profundizarán los aspectos vinculados a las áreas 1) y 3). La identificación específica de los "Centros de Control", se entiende mejor al revisar el documento "Coronavirus (COVID 19): Key Messages" de la ESCC, que en uno de sus acápites expresa lo siguiente:

*"Mantener un grupo limitado de trabajadores altamente calificados disponibles para operar los Centros de Control e instalaciones de Generación es una prioridad. El acceso a las pruebas ayudará a aislar a los operadores saludables para que puedan permanecer disponibles."*

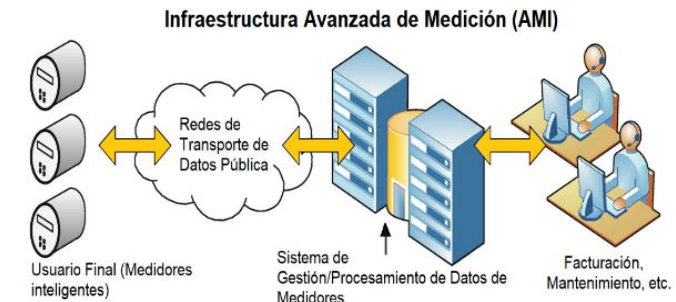
## Redes Inteligentes

Oportunidades!!!

- Modernización del sistema eléctrico en todos sus niveles
- Adopción de estándares que deben ser adoptados por todos los agentes del sistema eléctrico
- Estrategia de automatización

### Caso peruano

- ❖ No incluye a la demanda de manera activa
- ❖ No existe un AMI que permita operaciones en las instalaciones del cliente final de manera remota



## Medidas sanitarias???

- **Salud**
- **Continuidad de los procesos**
- **Operación a distancia**
- **Normatividad**



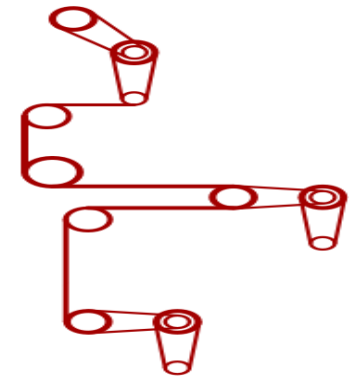
# CARRERAS DEL FUTURO

## Robótica



La automatización es el uso de tecnología para realizar tareas sin la asistencia humana. Algunos de los sectores que la utilizan son los de la fabricación, la robótica y el control vehicular. También está presente en el mundo de la tecnología: en los sistemas de TI y en los sistemas de software para la toma de decisiones empresariales.

automatización



Ingeniería Mecatrónica

Ingeniería mecánica, ingeniería electrónica y sistemas computacionales, estas tres ciencias se unen para formar la Ingeniería Mecatrónica, con una visión más holística sobre los sistemas utilizados en la robótica y en la industria.

Análisis de Big data

Ingeniería de Software

Ingeniería de redes y comunicaciones

Ingeniería informática





# REFLEXIONES

Las RER no solo hay que verlas sino usarlas...

Las personas tienen que confiar en la tecnología...

La eficiencia energética por ahora no es obligatoria...

Pero ahora “tenemos el problema de la liquidez” ...

La diferencia de las sociedades es la actitud frente a la vida...

Una nueva memoria colectiva para las futuras generaciones...

No se puede vivir permanentemente en contradicción con la naturaleza...

**“Debemos recordar que la naturaleza provoca los FENOMENOS pero  
nosotros provocamos los DESASTRES”**



**Los ingenieros somos  
los constructores del  
país... Muchas gracias**



**Los proyectos de los distintos sectores productivos se han visto afectados, ¿cómo van los de la empresa?**

Hemos tenido que paralizar nuestros proyectos en desarrollo, con lo cual tuvimos que desmovilizar a más de 1,000 personas, entre contratistas y proveedores, además de personal propio.

Los proyectos Ampliación 20, y las conexiones de Quellaveco y la Refinería de Talara estaban en plena ejecución, con fechas de puesta en servicio para este año, sin embargo, ahora, las puestas en servicio se postergarán hasta al menos en tres meses.

## **¿Cuál ha sido el compromiso de ISA REP en la lucha contra el COVID-19? Tenemos entendido que hay apoyado varias iniciativas.**

Así es, bajo el marco de la campaña #TodosSomosUno hemos apoyado diversas iniciativas con más de medio millón de dólares. Las principales son:

- En alianza con la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y el Ministerio de Salud, ISA REP está contribuyendo con la construcción de 100 respiradores artificiales para fortalecer la atención de las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) en los hospitales del país gracias al proyecto Masi. Estos equipos serán entregados próximamente al Ministerio para que los puedan distribuir en los nosocomios que más lo necesiten y así ayudar a los médicos en la lucha contra la pandemia.
- En convenio con la Universidad Cayetano Heredia (UPCH) se está financiando el desarrollo de un nuevo método de prueba para reducir el tiempo de diagnóstico del Covid19 de 4 horas a 30 minutos, que adicionalmente sea económico y simple.
- Para ayudar a las comunidades vulnerables, los colaboradores de ISA REP vienen realizando aportes económicos voluntarios, y, por el monto recaudado, la empresa aportará un valor equivalente. A la fecha, se han reunido cerca de 50 mil soles, dinero que ha sido canalizado a través de la organización Jugujete Pendiente para el reparto de kits alimentarios en Lima y Trujillo.

**Usted participó en un seminario web organizado por el CIER, en el que se estimó necesario que el sector eléctrico peruano debe ser reestructurado y reimaginado para mejorar su capacidad de recuperación ante futuras contingencias, como la que ha provocado la crisis del coronavirus.**

**¿Cuáles serían los lineamientos de esa reestructuración?**

Más que reestructuración, el sector debe modernizarse y adaptarse siguiendo las tendencias que hoy se están desarrollando y que nos impone la nueva situación por el Covid-19.

Por ejemplo, debido al distanciamiento social se vuelve necesario que se aprovechen los sistemas tecnológicos para operar las subestaciones eléctricas. Tal es el caso de la realidad aumentada, que podría ayudar a inspeccionar en tiempo real las instalaciones sin necesidad de que todos los especialistas estén presentes. Esto no solo priorizaría la salud y seguridad de los profesionales, sino también haría más eficiente la atención de fallas y emergencias ya que disminuirían los tiempos de desplazamiento.

También podríamos utilizar la Inteligencia Artificial para atender las anomalías de la de la red de forma automática y así reducir la intervención humana, con procesos más robotizados.

En este punto, quisiera resaltar el uso de LISA, una startup a cargo de ISA Perú que consiste en un sistema de monitoreo en tiempo real para los transformadores de potencia. Cuenta con un sistema de alertas, un dashboard con las variables críticas del transformador, y una base de datos que almacena la información en la nube. Dicha solución permitirá contar con la información del estado de salud del transformador, posibilitando la reducción de pérdidas a través del mantenimiento predictivo, así como contribuyendo a una mejor toma de decisiones de inversión en la renovación de los equipos en función a su ciclo de vida real.

Sobre LISA, durante el estado de emergencia hemos recibido muy buenos comentarios sobre esta solución de parte de los clientes que la están usando. Es muy útil sobre todo cuando hay restricciones para la movilización del personal y necesitas monitorear los equipos de forma remota. Esas son las clase de soluciones que necesita el sector para ir un paso adelante.

**Usted se refirió a un sistema más flexible y digitalizado con presencia humana reducida. ¿Cómo se lograría un sistema eléctrico con esas características?**

El sistema energético es vulnerable a los fenómenos naturales, cambio climático y tecnológicos, que pueden causar desde interrupciones o tener un servicio deficiente. También está expuesto a múltiples cambios, no solo del consumidor sino también cambios que va demandando el mercado, por ello el reto será construir un sistema eléctrico más resiliente, capaz de contar con una planificación de largo plazo para crear la capacidad de adaptación.

Esto involucrará digitalizarnos, contar con sistemas de comunicación, flexibilidad en los sistemas de T&D, nuevas capacidades en la gestión de operar las redes, entre otros aspectos.

En ese escenario también será importante modernizar la regulación del sector, para que esté al día con los cambios actuales.