



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

Año 11 - Nº 28

INGENIERÍA NACIONAL

REVISTA OFICIAL DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ



BICENTENARIO
PERÚ 2021



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO NACIONAL

Av. Arequipa 4947 - Miraflores
(51-1) 445-6540 / 446-6997
revista.ingenierianacional@cip.org.pe
www.cip.org.pe

Colegio de Ingenieros del Perú
 CIP_CN
 CIP_CN

**JUNTA DIRECTIVA
2019-2021**

Decano Nacional
Carlos Fernando Herrera Descalzi

Vicedecano Nacional
María del Carmen Ponce Mejía

Director Secretario Nacional
Segundo Eduardo Reusche Castillo

Director Tesorero Nacional
Aníbal Meléndez Córdova

Director Pro Secretario Nacional
Darwin Cosío Meza

Director Pro Tesorero Nacional
Jaime Antonio Ruiz Bejar

COMITÉ EDITORIAL
Marc Dourojeanni Ricordi, Presidente
Amadeo Prado Benítez
Roberto Molina Corrarini
Gonzalo García Núñez
Jorge Alva Hurtado
Roque Benavides Ganoza
María del Carmen Ponce Mejía

COORDINACIÓN Y DISEÑO
Nerida Harbauer Bahamonde

DIAGRAMACIÓN
Betty Bahamondi Castillo

CORRECCIÓN DE TEXTOS
Alex Ortiz Alcántara

IMPRESIÓN
ZB Product Graph EIRL
Jr. Manuel Lopez Mz. G Lte. 48
Urb. Fam. Unidas 2da Etapa - Lima 31
Telf.: 694 5485
E-mail: zbproductgraph@gmail.com

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca
Nacional del Perú N° 2014-07063

El contenido de los artículos es de exclusiva
responsabilidad de los autores y no representa
necesariamente la opinión del CIP.



Escudo Nacional 1825
Óleo sobre madera José Leandro Cortes (1825-1832)
Museo Central. Banco Central de Reserva del Perú

ÍNDICE



4 EDITORIAL



6 ARTÍCULO DR. JOSÉ IGNACIO LÓPEZ SORIA: EL PENSAMIENTO DE LOS INGENIEROS Y LA CONSTRUCCIÓN DE LA NACIÓN - "HOMENAJE AL BICENTENARIO"



14 ARTÍCULO ING. FRANSILES GALLARDO PLASENCIA: MACHU PICCHU: 3800 AÑOS DE INGENIERÍA



20 ENTREVISTA DR. BENJAMÍN QUIJANDRÍA SALMÓN: AGRICULTURA PERUANA EN EL BICENTENARIO



28 ARTÍCULO DR. GONZALO GARCÍA NÚÑEZ : LA NUEVA INDUSTRIALIZACIÓN



34 ARTÍCULO DR. ALBERTO RÍOS VILLACORTA: TRANSICIÓN ENERGÉTICA - HERRAMIENTA DE REACTIVACIÓN ECONÓMICA



42 ARTÍCULO ING. YSMAEL ORMEÑO ZENDER: EL DESPERTAR DE LA ECONOMÍA DE PROYECTOS EN EL PERÚ



48 ARTÍCULO ING. VÍCTOR RENDÓN DÁVILA: PATRONES DE PRECIPITACIÓN EN EL PERÚ



52 ARTÍCULO DR. JORGE ABAD CUEVA: LA HIDRÁULICA Y SU IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA SOSTENIBLES



60 ARTÍCULO ING. ALBERT MAMANI LARICO: CALIDAD DEL AGUA EN PRESAS.



66 ARTÍCULO DR. BENJAMÍN QUIJANDRÍA SALMÓN: LA AGRICULTURA PERUANA: MÁS ALLÁ DEL BICENTENARIO



74 ARTÍCULO DR. OSVALDO ADUVIRE PATAKA: GESTIÓN AMBIENTAL EN MINERÍA



82 ENTREVISTA DR. MARC DOUROJEANNI RICORDI: PARA MÍ LA AMAZONÍA ES UNA RAZÓN DE VIVIR



90 ARTÍCULO DR. ANDRES SOTIL CHÁVEZ: PROPUESTA DE REFORMA DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL DEL INGENIERO CIVIL CON VISTA AL BICENTENARIO



100 ARTÍCULO ING. AARON MORALES FLORES: REFLEXIONES: LEY UNIVERSITARIA N° 30220, UN CASO DE ESTRATEGIA POLÍTICA



104 ARTÍCULO ING. FERNANDO CAMPOS MARTÍNEZ: LA CONSTRUCCIÓN E INNOVACIÓN MODULAR PARA ENFRENTAR LOS RETOS DE LA PANDEMIA



110 ARTÍCULO ING. LUIS FERNÁNDEZ AGUILAR: TENDENCIAS METODOLÓGICAS EN HERRAMIENTAS PARA GESTIÓN DE NEGOCIOS



116 ARTÍCULO ING. FRANSILES GALLARDO PLASENCIA: LAS FALLAS COMO ÉXITO EN LA INGENIERÍA. ARTÍCULO DEDICADO A LA MEMORIA DEL ING. HÉCTOR GALLEGOS VARGAS



120 ARTÍCULO ING. RAMIRO CASTRO OCHOA: NUEVAS TENDENCIAS Y HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN OBRAS



124 ARTÍCULO ING. JOSÉ SOBRINO ZIMMERMANN: CONTRIBUCIÓN DE LAS 5S KAIZEN EN LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL



128 *IN MEMORIAM* ING. HÉCTOR GALLEGOS VARGAS



130 *IN MEMORIAM* DR. ALFONSO FLORES MERE

Editorial

BICENTENARIO: NUEVAMENTE PROBLEMA Y POSIBILIDAD

Apreciados colegas,

Al escribir estas líneas se acerca la fecha de nuestro Bicentenario. Sean las primeras palabras para expresarles mis deseos que tanto ustedes como sus familias se encuentren con bien, y que ya sus adultos mayores hayan sido beneficiados con la vacuna para su tranquilidad. Lamentamos profundamente la pérdida de los más de 195 000 fallecidos por la COVID-19, dentro de los cuales se cuentan connotados miembros de nuestra institución. Expresamos nuestras profundas condolencias a sus familiares, a los mismos que hemos podido brindar todo el apoyo solidario posible a través del ISS.

Asimismo, hago votos por que nuestro país retorne a la ruta de la unión y podamos meditar con serenidad el mensaje que nos deja los resultados electorales del 2021 y podamos encaminarnos hacia el país que todos deseamos tener.

Llegamos al 28 de julio tras un desacostumbrado proceso electoral que recién, a menos de quince días del cambio de Gobierno, definió al Profesor José Pedro Castillo Terrones como Presidente Constitucional de la República del Perú, que recibirá el Bicentenario e iniciará el rumbo a nuestro tercer centenario. Como ingenieros, debemos apoyar el desafío de nuestro desarrollo integral.

Salvo la adquisición de vacunas de calidad y el proceso de vacunación iniciados en el segundo trimestre del 2021, fuimos a las elecciones presidenciales del Bicentenario bajo el escenario



CARLOS HERRERA DESCALZI
Decano Nacional

de una muy deficiente gestión frente a la pandemia que causó muerte, desempleo, crisis económica y desnudó nuestras debilidades, antes ocultadas por buenas cifras macroeconómicas. En ese escenario, las elecciones nos presentaron una imagen de nación fraccionada en dos grandes mitades, casi iguales, cada una de ellas, a la vez, subdividida, con visiones muy distintas y hasta con apariencia de irreconciliables.

A puertas del Bicentenario, necesitamos dejar atrás nuestras divisiones y emprender ahora la tarea y reto esencial de nuestro tercer centenario: constituirnos realmente en nación, lograr ser un solo cuerpo y una sociedad integrada y solidaria, principalmente frente a nuestros grandes problemas y al desafío de enfrentar las consecuencias del cambio climático que nos acompañarán durante el siglo XXI. No basta que compartamos nuestro orgullo por Machu Picchu, por el legado de grandeza frente al infortunio que nos dejaron Grau y Bolognesi, por nuestra excelencia culinaria, o por nuestra pasión por el fútbol y el fervor y aliento incondicional a la camiseta peruana. Todo eso ayuda, pero no alcanza para constituir una verdadera nación. Necesitamos compartir un objetivo común que logre que todas nuestras fuerzas confluyan en

lograrlo. Creemos que ese objetivo común debe ser el bienestar de todos los peruanos; el lograr niveles de vida que cada vez se sitúen más arriba de la media mundial; eliminar el hambre, la pobreza y la inseguridad, teniendo como piedra angular a una adecuada nutrición infantil, una educación de calidad y un adecuado servicio de salud. Tener un país donde los que nazcan tengan la oportunidad de desarrollarse y que no solo sientan orgullo por su legado histórico y por la riqueza de su territorio, sino que, sobre todo, se sientan confiados y seguros en su porvenir. La posibilidad de lograr esas metas pasa por la viabilidad de consolidarnos en una verdadera nación.

La tarea es de la sociedad en su conjunto y, dentro de ella, los ingenieros tenemos bastante por aportar. Lo nuestro es la construcción de la infraestructura necesaria que permita esos niveles de vida. La ingeniería tiene de ciencia, tecnología y arte, pero no se desarrolla sin oportunidad en su propia tierra. Construir la infraestructura nos permite contar con el templo, pero no necesariamente con la iglesia. Construir la iglesia sí nos permite construir el templo. Es decir, es el alma la que crea al cuerpo y no el cuerpo el que crea el alma, construir la iglesia es construir la fe en un objetivo común y compartir una ruta para lograrlo. Alcanzar mejores niveles de vida implica crear una riqueza. Sin crear riqueza no se puede alcanzar mejores niveles de vida. La riqueza se crea a través del trabajo, mejor mientras más calificado sea este; pero no basta el trabajo, se requiere el apoyo del conocimiento, del capital, del uso responsable de los recursos naturales y la productividad, creando bienes y servicios que sean bien recibidos por el mercado. La riqueza es el único antídoto contra la pobreza. Una sociedad justa y próspera se logra creando riqueza y repartiéndola adecuadamente. No se puede repartir sin crear. La destrucción de la riqueza es el camino seguro a la pobreza y a la miseria.

El Perú ha sido y sigue siendo un país lleno de oportunidades. Otros países, con mucho menos recursos, han creado oportunidades y salido de la pobreza, lo hemos visto en los países asiáticos de la posguerra. La pandemia ha acrecentado el valor de las actividades virtuales, demostrando que se pueden realizar eficientemente a distancia, reduciendo las necesidades de transporte de personas, modificando las formas de transporte de bienes y de servicios, y también la función de

las viviendas y la infraestructura de transporte. Conjuntamente con la pandemia, pero con una proyección mucho mayor, ocurre la necesidad de frenar el cambio climático –por momentos ya denominado emergencia climática–, donde una medida esencial, con metas ya fijadas, es la descarbonización.

La ciencia, la tecnología y los altos precios de los combustibles han logrado que energías renovables como la fotovoltaica y la eólica, sean ya económicamente competitivas y puedan desplazar por mérito propio a las fuentes fósiles de energía. El sol es una fuente gigantesca de energía que siempre existió, pero que recién en el segundo decenio del siglo XXI alcanzó costos de producción que le permiten competir. Sumada la necesidad de descarbonización, da lugar a una etapa de transición energética que marcará los próximos cincuenta años en que nuevas formas de energía entrarán al mercado y necesitarán, también, un gran consumo de minerales. Lo primero necesita una regulación adecuada; lo segundo, saber aprovechar la oportunidad. El Perú cuenta tanto con las fuentes de energía como con los minerales que le pueden abrir las puertas a un desarrollo acelerado si sabe gestionar bien el aprovechamiento de sus recursos. Una meta de transformar totalmente su dieta energética a recursos renovables le es factible y ventajosa, pero las acciones equivocadas, especialmente en las políticas de gobierno, nos puede hacer perder la oportunidad de desarrollo una vez más.

En síntesis: el Bicentenario una vez más nos deja abiertas las opciones de encaminarnos hacia la solución de un problema y una posibilidad de enmendar, tal y como lo entendió Basadre para muchos de los pasajes de nuestra historia. Hoy el Perú vuelve a enfrentar su misma disyuntiva republicana: dejar de ser problema y convertirse en posibilidad. De nosotros dependerá, pero especialmente de quienes tomen las riendas del país en nuestro Bicentenario.

Nuestra Revista Ingeniería Nacional sirve para mostrar por qué el Perú es posibilidad, y también por qué hemos sido problema.

Reciban mis cordiales saludos,

Carlos Herrera Descalzi
Decano Nacional



EL PENSAMIENTO DE LOS INGENIEROS Y LA CONSTRUCCIÓN DE LA NACIÓN

"Homenaje al Bicentenario"



Dr. José Ignacio López Soria*

PREÁMBULO

No es infrecuente que la historiografía tradicional reduzca la narrativa histórica a la información sobre la vida política y los acontecimientos bélicos. Esta estrecha manera de mirar la historia de los pueblos se ha visto luego enriquecida a medida que se le han ido incorporando otros aspectos como los sociales y luego los económicos, y ahora ya se incluyen, cada vez en mayor medida, otras variables de los procesos sociales como la vida cotidiana, las expresiones culturales, el mundo de las ideas, el ejercicio de las profesiones, etc. Esta progresiva incorporación de variables a la historio-

grafía está poniendo ante los ojos, en nuestro caso, la contribución que a la construcción de la República han aportado diversos sectores de la sociedad.

Antes de referirnos a los aportes de la ingeniería, y a fin de poder luego enmarcarlos debidamente, es preciso tener en cuenta que en la sociedad en general podemos distinguir tres ámbitos: el de lo social propiamente tal, que incluye el proceso de constitución y evolución de los grupos sociales y sus múltiples relaciones y formas de vida; el de la política, para la gestión de la convivencia; y el de la cultura y mundo simbólico que provee de sentido y fortalece vinculaciones en los ámbitos anteriores.

Como podemos fácilmente imaginar, la participación de la ingeniería en la construcción de la nación es muy amplia y opera en los tres ámbitos de la realidad social que acabamos de mencionar. Es, por ejemplo, impensable la constitución misma de una sociedad sin que haya entre sus miembros comunicación e intercambio, como es también inimaginable la gobernabilidad de ese conjunto sin medios de comunicación entre ellos.

Sabemos que la ingeniería se ocupa, precisamente, de poner los medios que facilitan la interconexión, el intercambio, la convivencia, etc., además de contribuir a la exploración, explotación y transformación de recursos naturales para convertirlos en bienes



Ferrocarril Central Andino

y ponerlos al servicio de la humanidad, todo lo cual hace posible la organización de los seres humanos en sociedad. Es evidente, por otra parte, que la presencia de la ingeniería en la estructuración y desenvolvimiento de las sociedades es cada día mayor, a medida que el mundo "artificial" (ahora incluso "virtual") se nos ha ido convirtiendo en el ámbito "natural" en el que se desenvuelve la vida humana contemporánea. De esa "artificialidad" es responsable, en gran medida, la ingeniería.

Hasta podría decirse, recogiendo expresiones de Heidegger, que hoy el artificio es la casa del hombre y de ese artificio es responsable el ingeniero. Las consecuencias, especialmente éticas, que de aquí se derivan para el ejercicio de la ingeniería son inmensas porque, en una importante medida, del artificio depende que

el ser que lo use o habite sea convocado a asumirse como persona o como cosa. Un solo ejemplo: los galpones para trabajadores de las viejas haciendas no estaban hechos para albergar a personas, sino para alojar mano de obra, es decir, a personas reducidas a la condición cosificada de fuerza de trabajo.

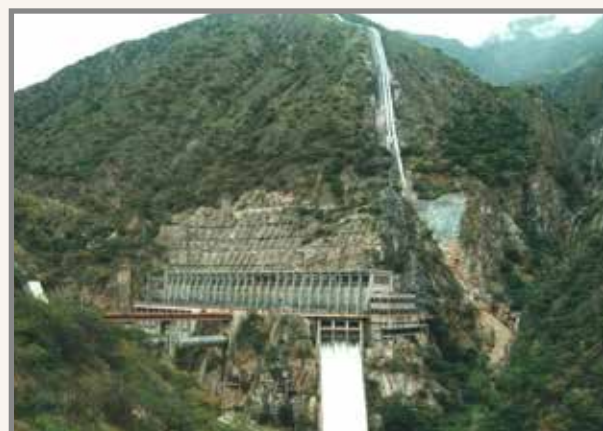
En mi contribución de hoy voy a centrarme solo en uno de los ámbitos aludidos arriba, concretamente en el referido al mundo simbólico porque me interesa en esta oportunidad dejar algunas muestras del aporte de la ingeniería al pensamiento en el Perú y sobre el Perú. La información precisa sobre el tema está sacada del libro que acabamos de publicar, *El pensamiento de los ingenieros sobre el Perú*, que ha sido presentado recientemente en el CIP durante la Semana de la Ingeniería.

* Filósofo e historiador. Enseña en la UNI desde 1967. Fue su rector entre 1984-89. Es autor de más de veinte libros entre los que sobresalen varios de historia de la UNI, biografías de Habich y Malinowski, y una historia de los inicios de la Sociedad de Ingenieros del Perú. Desde 1996 dirige el Centro de Historia UNI que ha publicado varias decenas de trabajos.



DE LOS ESTUDIOS SOBRE EL PENSAMIENTO

Como suele ocurrir también en otros lugares, en el Perú los estudios sobre la historia del pensamiento suelen ser elaborados por profesionales de las humanidades, las ciencias sociales, el derecho y la economía. No es raro, por tanto, que dichos estudios se centren en las producciones de estas mismas áreas, lo



Central Hidroeléctrica del Mantaro

que nos permite acceder fácilmente a la historia de las ideas filosóficas, políticas, económicas, jurídicas, historiográficas, etc. Por ejemplo, si queremos referirnos a los pensadores peruanos de las primeras décadas del siglo XX mencionamos fácilmente a González Prada, Javier Prado, Víctor Andrés Belaunde, José de la Riva-Agüero, Francisco García Calderón, José Carlos Mariátegui, Raúl Haya de la Torre y otros, pero a nadie se le ocurre pensar en Eduardo de Habich, Ernesto Malinowski, Pedro Paulet, Jorge Vanderghen, José Granda, Teodoro Elmore, Federico Villarreal, Fernando Fuchs, Michel Fort, Carlos I. Lisson, José Balta, Ricardo Tizón y Bueno, Marco Aurelio Denegri, Jorge A. Broggi, Carlos Basadre, Francisco Alayza Paz Soldán, José Julián Bravo, Santiago Antúnez de Mayolo, Joaquín Capelo y muchos más sin los cuales no habría habido ni ferrocarriles, ni carreteras, ni represas de ríos, ni explotación moderna de minas, ni irrigaciones, ni centrales hidroeléctricas, ni Sistema Métrico Decimal, ni tejido industrial, ni telefonía, etc.



Eduardo de Habich



Ernest Malinowski



Pedro Paulet



Jorge Vanderghen



José Granda



Teodoro Elmore



Federico Villarreal



Fernando Fuchs



Michel Fort



Santiago Antúnez de Mayolo



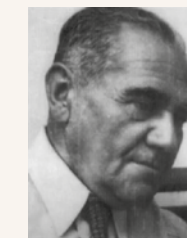
Carlos I. Lisson



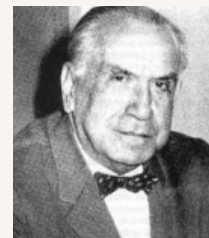
José Balta



Ricardo Tizón y Bueno



Alberto Grieve



Jorge A. Broggi



Carlos Basadre



Francisco Alayza y Paz Soldán



José Julián Bravo



Joaquín Capelo

Para llevar a cabo esas obras fue necesario no solo diseñarlas, sino pensarlas dentro de un proyecto mayor para tomar decisiones sobre ubicación de las obras, articulación entre ellas, cobertura territorial, factibilidad económica, etc. A lo que apuntamos es a poner de relieve que se ha desarrollado en el ámbito de la ingeniería un pensamiento sobre el Perú que enriquece el panorama del pensamiento peruano porque incide en aspectos de nuestra realidad que suelen no

ser considerados desde otras perspectivas. Y, así, el pensamiento de los ingenieros se convierte en proveedor de sentido y promotor de vinculaciones sociales en amplios sectores de la vida social, especialmente en el mundo laboral.

LAS FUENTES DE INSPIRACIÓN

Como es sabido, la ingeniería peruana moderna comienza a desarrollarse a mediados del siglo XIX, impulsada inicialmente por

ingenieros franceses e ingenieros polacos que se habían formado en Francia. Ya entonces había en Europa dos maneras diferenciadas de entender la ingeniería, una francesa y otra inglesa. La versión inglesa de la ingeniería, heredera de las posiciones filosóficas y socio-económicas de la escuela escocesa, estaba más orientada al servicio de la empresa privada y más inclinada a regirse por la relación oferta/demanda del mercado. El utilitarismo que subyacía a estas orientaciones hacía que en la formación del ingeniero se pusiese especial énfasis en los aspectos prácticos. El ejercicio profesional era preferentemente entendido como un servicio a empresas privadas atenuadas a las leyes del mercado. La ingeniería francesa, por su parte, seguía los principios de la Ilustración, acentuaba la importancia del progreso científico y continuaba en el siglo XIX empeñada en fortalecer el estado-nación desde el ámbito de lo público. Ello la llevaba, por un lado, a insistir en la formación científica y, por otro, a pensarse a sí misma como un servicio preferentemente público, que se ejercía a través de los Cuerpos de Ingenieros de los ministerios del Estado y se orientaba a montar una infraestructura que cubriese el territorio, apuntando todo ello al fortalecimiento del Estado-nación y al logro del bien común.

Esta segunda tendencia fue la prevalente en las primeras décadas de la presencia de la ingeniería moderna en el Perú. Influyeron en ello varios factores: la contratación preferentemente en Francia de los primeros ingenieros y arquitectos para el servicio del Estado, la procedencia de los fundadores de los primeros centros de formación técnica (Escuela de Artes y Oficios, Escuela de Ingenieros, Escuela de Agricultura) y la incorporación de profesionales peruanos formados principalmente en Francia y Bélgica. El peso de la perspectiva francesa en la concepción y la práctica de la ingeniería en el Perú se vio, en los hechos, pronto atenuado y hasta superado por la presencia cada vez más significativa de compañías y empresarios ingleses y norteamericanos que montaban aquí

sus empresas o brindaban servicios al Estado, trayendo incluso ingenieros formados en los países de procedencia de las empresas. Esta situación generó problemas de diverso tipo: por una parte, incentivó el emprendimiento y contribuyó a diversificar el mercado, pero, por otra, redujo las posibilidades de ocupación en general y especialmente de ocupación directiva a los ingenieros salidos de nuestras escuelas en donde la formación siguió ateniéndose preferentemente al modelo francés hasta avanzado el siglo XX. Con respecto al tema del pensamiento importa subrayar que en el posicionamiento ideológico-político de unos y otros advertimos claramente que el debate europeo Estado / mercado, ganancia / bien común, despliegue personal / cosificación se había trasladado definitivamente a nuestro medio.

PAÍS EN CONSTRUCCIÓN

El punto de partida del pensamiento de los ingenieros sobre el Perú es que este era un “país en construcción”. La idea les venía a los ingenieros de la mencionada tradición francesa (la relación entre ingeniería y construcción del Estado-nación), pero se vio reformada a partir de la década de 1880 por las carencias que, en el mundo de la producción y de la infraestructura, dejó como saldo la guerra con Chile. En los ámbitos de la ingeniería, el propósito no se agotaba en “reconstruir” o “restaurar” lo destruido por la guerra; había que seguir en el empeño, iniciado décadas antes, de construir el Estado-nación al que había que entender como la estructura más idónea para el logro del progreso, entendido no solo como ejercicio de las libertades, sino también, y principalmente, -en el caso del discurso de los ingenieros- como logro colectivo del bienestar. De esta manera se va elaborando paulatinamente un “discurso del bienestar”, relacionado con la productividad y la expansión de infraestructura moderna, que complementa el “discurso de las libertades” que venía desarrollándose desde la segunda mitad del siglo XVIII.

Los ingenieros caen pronto en la cuenta de que el propósito independentista primigenio de construir el Estado-nación tenía fallas de diseño y no solo de realización. En realidad, no había un diseño preciso. Se había sobre acentuado lo político-militar y descuidado lo económico-social y lo simbólico. En el boceto inicial no entraba ni toda la población, ni todo el territorio, ni el imprescindible propósito de alcanzar el bienestar. Es cierto, el país estaba en construcción, pero carecía de diseño y esta carencia era medular para profesionales como los ingenieros, acostumbrados a iniciar todo trabajo por el diseño.

No voy a detenerme en este punto, del que trataré *in extenso* en otra oportunidad, pero no quiero dejar de aportar algunos textos

ALGUNOS APORTES DE LA INGENIERÍA AL PENSAMIENTO DE Y SOBRE EL PERÚ

Un primer aporte de enorme trascendencia para la educación y el progreso posteriores es el énfasis en la necesidad de conocer en profundidad y detalladamente todo el **territorio** y sus potencialidades. El territorio se convierte, así, en objeto privilegiado de estudio y, consiguientemente, en sujeto histórico o, si se prefiere, en variable de la que no se puede prescindir para la inmensa mayoría de las acciones de la vida humana. Se requiere, por tanto, acumular conocimientos sobre el territorio, procesarlos, formalizarlos y hasta disciplinarlos a fin de facilitar su transmisión. Se despliega para ello una serie de áreas de conocimiento -geografía, geología, paleontología, geodesia, mineralogía, petrografía, topografía, etc.-, que parten inicialmente de la mecánica estática para recurrir luego a la mecánica dinámica incorporando los avances de la física, la química y la biología y procurando siempre valerse del lenguaje matemático para procesar y expresar los resultados.

Se va instalando, así, primero en el ámbito profesional, un **lenguaje tecnocientífico**, acompañado de sus correspondientes

cosmovisiones, que diversos sectores sociales van luego incorporando hasta convertirlo en componente importante del habla de la vida cotidiana y de las concepciones del mundo. En la medida en que hacemos la experiencia de nosotros y del mundo a través del lenguaje, la incorporación del lenguaje científico-técnico y su apropiación por la colectividad enriquecieron nuestra visión de nosotros mismos y del mundo social y material en el que habitamos. Un resultado notorio de este proceso fue la introducción paulatina del Sistema Métrico Decimal, lo cual no solo hizo posible el entendimiento y facilitó el intercambio, sino que nos proveyó a todos de un lenguaje desde el que apreciamos la realidad de una manera formalizada.

Este proceso de socialización del lenguaje científico-técnico se aceleró con el impulso a la **educación técnica**. En la segunda mitad del siglo XIX, paralela y concomitantemente con el desarrollo de la ingeniería, se fue introduciendo la educación técnica escolarizada de nivel intermedio en el área de la minería, la navegación de cabotaje, la agricultura, la carpintería, la mecánica, etc. Ahí están como ejemplos el Colegio de Minería de Huánuco, las escuelas taller de Ayacucho, Cusco, Huancavelica y Junín, los inicios de la Escuela de Agricultura Práctica en Lima y la Escuela de Artes y Oficios en Lima. En este contexto de intentos, no siempre exitosos, de introducción y expansión de la educación técnica hay ejemplos de indudable éxito: la creación de la **Escuela de Ingenieros en 1876** para la formación de ingenieros y luego también de peritos agrimensores, la implantación de Escuelas de Capataces y Contramaestres en los principales asientos mineros, la creación de la Escuela de Agricultura y Veterinaria en 1902 y la recreación de la Escuela de Artes y Oficios de Lima en 1904.

La preocupación por la formación técnica lleva a los ingenieros a considerar que ella debe impartirse no solo en escuelas especiales, sino, en general, en la **instrucción común**,



Escuela Especial de Construcciones Civiles y de Minas del Perú (hoy UNI), fundada por Eduardo de Habich en 1876.



Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria (ENAV).

básica o media, especialmente en un “país joven” como el Perú, que no hemos terminado de construir porque, como recordó el Ing. Tizón y Bueno en 1919, “si en 1821 nacimos a la vida independiente, en 1921 deberíamos formar una nación, y aún nos hallamos muy lejos de haberlo conseguido”. Y para ello, para avanzar en la construcción del país, hay que insistir en la educación técnica, porque la “maravillosa técnica moderna-dice Guarini, profesor de la Escuela de Artes y Oficios de Lima-hoy constituye el socorro más poderoso de la prosperidad de las naciones”. Y prosigue, en un país nuevo como el Perú hay que escoger

muy bien a los profesores “sobre todo para las escuelas técnicas de las cuales depende el verdadero porvenir de una nación”.

Estos esfuerzos de la ingeniería por introducir las visiones y el lenguaje técnico-científico se vieron reforzados con el surgimiento de una **gama de instituciones**. Mencionaré solo dos de ellas, la creación del Ministerio de Fomento en 1896, por iniciativa oficial, y la constitución de la Sociedad de Ingenieros del Perú en 1898 por iniciativa de los propios ingenieros. Los boletines de los diversos Cuerpos de Ingenieros del Ministerio de Fomento y la revista *Informaciones y Memorias* de la Sociedad de Inge-

nieros, además de otras publicaciones como el *Boletín de Minas, Industrias y Construcciones* de la Escuela de Ingenieros, el *Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima*, la *Revista Agronomía* de la Escuela de Agricultura, contribuyeron a elaborar y difundir ese lenguaje científico-técnico que se hizo normal en la rica variedad de instituciones públicas y privadas en las que se desempeñaban los científicos, ingenieros, técnicos e industriales cuyo número iba creciendo sostenidamente en el Perú. Importa, además, añadir que ese lenguaje comenzó a socializarse gracias a las contribuciones y debates de temas científico-técnicos que se trataban en congresos y eventos profesionales, y gracias también a la difusión de esta temática en los periódicos, sobresaliendo los frecuentes artículos de Oscar Miró Quesada y algunas contribuciones de los propios ingenieros, entre los que sobresalen, por mencionar dos ejemplos, los de Pedro Paulet y Ricardo Tizón y Bueno.

Podemos decir, en general, que la cosmovisión que la ingeniería va generando y la introducción paulatina en los diversos ámbitos de la sociedad, comenzando por el mundo profesional y productivo, y llegando hasta la esfera del poder político e incluso a la vida cotidiana, consiste inicialmente en la búsqueda de un equilibrio entre lo natural, técnica y científicamente procesado, lo económico y lo social para diversificar e incrementar la producción y mejorar la productividad, mirando siempre a la construcción de un Estado-nación, aún incompleto y hasta deficientemente diseñado, que abarque y articule el territorio completo, incorpore a toda la población y aproveche sabiamente las diversas potencialidades (mineras, agrícolas, forestales, pesqueras, energética, etc.) que ofrece la naturaleza en el Perú. En la mira está, como hemos reiterado, la búsqueda del bienestar. En el marco de esta cosmovisión, cuya puesta en práctica admite diversos posicionamientos (políticos, empresariales,

socioeconómicos, etc.), se reviste de sentido el empeño constante de los ingenieros por:

- Una estructura vial y de comunicaciones que cubra el territorio entero, articule los diversos espacios y permita el intercambio entre las poblaciones.
- Una incorporación de la toda la población, previa instrucción, en el proceso productivo y de intercambio.
- Una tecnificación del trabajo en general, pero especialmente del trabajo productivo para impulsar la industrialización de pequeña y gran escala.
- Una búsqueda afanosa de recursos energéticos para hacer posible todo lo anterior.

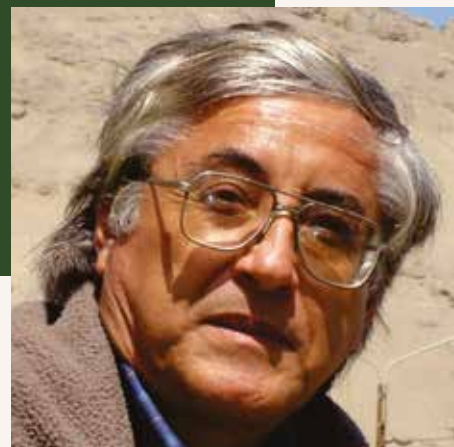
Dentro de estas líneas generales caben luego multitud de proyectos concretos orientados, por ejemplo, a superar las dificultades para surcar de ferrocarriles los Andes, acceder a los puntos navegables de los ríos amazónicos, irrigar por completo la costa, sanear e iluminar las ciudades, reglamentar la explotación minera, etc.

Para concluir, subrayo algunos aportes fundamentales del mundo de la ingeniería al pensamiento en el Perú y sobre el Perú: haber contribuido significativamente a producir y socializar el lenguaje científico-técnico desde el que nos miramos a nosotros mismos y miramos el mundo que nos rodea; haber dejado instalado el “discurso del bienestar” como complementario del “discurso de las libertades” para saber a qué atenernos y orientarnos en el mundo; haber entendido el Perú holísticamente y, por tanto, teniendo en cuenta los diversos territorios y las variadas poblaciones que lo componen; y, finalmente, haber mirado el progreso como un avance articulado de sectores.

Cómo estos aportes al mundo de las ideas han influido en la práctica de los ingenieros y del país en general, es una pregunta que no nos hacemos en este trabajo.

MACHU PICCHU

3800 AÑOS DE INGENIERÍA



Ing. Fransiles Gallardo Plasencia*



El 20 de setiembre del 2008, la XXX Convención Panamericana de Ingeniería, declaró a Machu Picchu *monumento histórico de la ingeniería civil*. El 7 de julio del 2007 fue elegida como *una de las siete maravillas del mundo moderno* por New Open World Center (NOWC). El 9 de diciembre de 1983, Unesco la declaró patrimonio de la humanidad. En 1911 el explorador estadounidense Hiram Bingham da a conocer al mundo su existencia.

Fue construida por el inca Pachacuti, un extraordinario planificador y mejor constructor. Un capacitado grupo de ingenieros hicieron posible la ejecución, de las más importantes construcciones incas en todo el imperio. Es una maravilla de la ingeniería agrícola y Pachacuti, el primer ingeniero agrícola del Perú.

En 1998 el ingeniero y paleohidrólogo Kenneth Wright afirmó que “Los incas construyeron para permanecer”. Su comprobación es la conservación de sus estructuras después de más de cinco siglos de existencia.

La gran ingeniería inca es producto de la acumulación sucesiva de conocimientos en ingeniería, ciencias físicas y matemáticas, dinámica, fluidos, geología, hidrología, astronomía, ecología y las ciencias básicas

en general. Un acopio de saberes por más de 3800 años.

Se inicia con el descubrimiento de la sismología en la cultura Caral, hasta los avanzados conocimientos técnicos adquiridos por el Imperio Wari, asimilados a su vez de las culturas preincas conquistadas.

Los incas no conocieron ni utilizaron el acero o el hierro, pero su sabiduría e ingenio les permitió tallar la piedra con martillos de piedra y herramientas de bronce, dándoles formas caprichosas, ángulos y curvas que las construcciones requerían y los ingenieros incas exigían. Wright diferenció 18 tipos de piedra

en la construcción de los muros y taludes en Machu Picchu. Estimó que el 60 % de estas construcciones están bajo tierra, como soporte de esta impresionante obra de ingeniería inca.

PLANEAMIENTO URBANO

Los ingenieros del inca Pachacuti construyeron Machu Picchu venciendo las más duras condiciones de clima y topografía, poniendo de manifiesto el alto conocimiento acumulado en hidrología, drenaje, cimentaciones, suelos, urbanismo y uso racional del medio ambiente, en extraordinaria armonía con la arquitectura paisajística y la naturaleza colindante. En 1450, los incas llegaron a los 2440 m s. n. m., en lo más alto de la montaña, con un objetivo planteado: construir un lugar sagrado para el inca Pachacuti. “Encontraron el sitio perfecto”, sostiene Wright, pero su aprobación debió haber sido otorgada por expertos ingenieros. La topografía era diversa, el agua escasa y las cuestas empinadas.

La investigación de Wright reveló que el inca y sus ingenieros planificaron cuidadosamente la ciudad antes de construirla. Determinaron el mejor lugar, previendo la satisfacción de las necesidades de la población. Establecieron el riego suficiente de los sembríos con agua de las lluvias, determinando las áreas de las terrazas suficientes para abastecer la producción agrícola de la población.

El área edificada en Machu Picchu es de 530 metros de largo por 200 de ancho, incluyendo 172 recintos. El complejo está claramente dividido en dos grandes zonas: la zona agrícola, formada por conjuntos de terrazas de cultivo,

* Ingeniero Civil, Gerente de obras en entidades públicas y privadas. Obtuvo el reconocimiento del Colegio de Ingenieros del Perú, 2012. Escritor, compositor y poeta. Premio Amauta del Gremio de Escritores del Perú, 2019. Premio Nacional de Poesía del Gremio de Escritores del Perú, 2015. Tiene siete libros publicados y ha sido incluido en varias antologías.

y la zona urbana, donde se construyeron las viviendas y desarrollaron las principales actividades civiles y religiosas. Ambas zonas están separadas por un muro, un foso y una escalinata, elementos que corren paralelos por la cuesta este de la montaña. Los ingenieros de Chan Chan planearon y construyeron la ciudad de adobe más grande de América y la segunda del mundo, encerrada en una superficie de 25 000 m². Los incas aplicaron sus amplios conocimientos planificadores.

INGENIERÍA SÍSMICA Y GEOLÓGICA

Machu Picchu es una ciudad de piedra construida en lo alto de una colina, entre dos montañas y dos fallas geológicas, en una región sometida a constantes terremotos y a copiosas lluvias durante todo el año.

Impresiona la tecnología utilizada para preparar el terreno. Al fondo, pequeñas rocas como drenajes, luego rocas cada vez más grandes como cimentaciones y base los muros. Los ingenieros incas incorporaron grandes piezas de roca en sus cimientos con armonía y simetría, aunado al conocimiento técnico en la estabilización de las pendientes y manejo de las laderas.

El conocimiento sísmico de los ingenieros de Caral, practicado por los ingenieros incas, se manifiesta en la colocación de *shicras* en sus edificaciones. Estas eran bolsas hechas con fibras vegetales llenas de piedra, colocadas debajo de las plataformas de las construcciones para estabilizar sus estructuras. En la ocurrencia de un sismo o terremoto estas limitarían la vibración sísmica, reacomodándose en un nuevo punto de estabilidad. Fue una ingeniosa y creativa forma de amortiguamiento y disipación de energía como función antisísmica.

Caral se desarrolló como cultura entre los años 3000 y 1800 a. C. En 1997, la antropóloga y

arqueóloga Ruth Martha Shady Solís presentó sus investigaciones arqueológicas en el libro *La ciudad sagrada de Caral-Supe en los albores de la civilización en el Perú*.

INGENIERÍA HIDRÁULICA

El equipo de Wright encontró un canal de 749 metros de largo con una inclinación de 3 %, hasta la ciudadela, y dentro de ella el agua accesible a través de 16 surtidores sostiene, además, que los ingenieros incas identificaron el flujo de agua subterránea y lo concentraron para su uso en los surtidores.

Los ingenieros preincas fueron extraordinarios en sistemas hidráulicos y en obras civiles: los ingenieros chavín construyeron en Wantar 1800 metros de canales subterráneos y superficiales, y Kumpi Mayu, en Cajamarca, derivando las aguas a las cuencas del Atlántico; los nazca construyeron acueductos subterráneos hace 1600 años; y el canal La Cumbre de 84 000 metros que los Chimú ejecutaron, llevando las aguas del río Chicama hasta el valle de Moche.

INGENIERÍA AGRÍCOLA

Al oeste de Machu Picchu se ubican dos grandes conjuntos de andenes semicirculares y rectos. Son terrazas de cultivo diseñadas con grandes escalones sobre la ladera, construidas con un muro de piedra y un relleno de piedras grandes, pequeñas, cascajo, arcilla y tierra de chacra para el cultivo y el drenaje. Andenes de menor ancho se encuentran en la parte baja de Machu Picchu y alrededor de toda la ciudad como muros de contención.

Los andenes son considerados la tecnología que mejor utiliza el recurso agrícola y es el medio más adecuado para evitar la erosión de los suelos en laderas. En 3000 años de vigencia, los ingenieros de las culturas andinas desarrollaron la andenería, para la producción agrícola y el manejo óptimo del recurso hídrico.



Andenería de Machu Picchu

AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Estudios hidrológicos le permitieron manifestar a Wright que los Incas bebieron agua limpia y purificada. En Machu Picchu, un sistema de 16 caídas artificiales de agua, talladas en bloques poligonales y canaletas labradas en roca, permitiendo a la población beberla directamente.

El investigador Valencia y Jibaja señala que el agua proviene de un manantial canalizado desde las alturas del cerro, recogiendo, además, las filtraciones de las lluvias de la montaña. Bajo las estructuras y entre los muros de Machu Picchu, los ingenieros incas construyeron una red de 130 drenajes.

En todas las culturas preincas, los ingenieros privilegiaron el uso de agua limpia para el riego y el consumo humano. Las evidencias son los diferentes canales y vertederos labrados en piedra en las diversas ciudadelas de todas estas culturas.

ASTRONOMÍA Y ORIENTACIÓN URBANÍSTICA

Dearborn, White, Thomson y Reinhard sostienen que los ingenieros incas esgrimieron conocimientos de astronomía para orientar la construcción de las edificaciones de Machu Picchu, alinearlas con el acimut solar durante los solsticios de manera constante, con los puntos de orto, ocaso y las cumbres de las montañas circundantes.

Para construir las ciudades preincas, los ingenieros demostraron altos conocimientos en astronomía y meteorología, de tal forma que pudieran adaptarse a la fenomenología natural del ambiente circundante.

INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Las estructuras de las edificaciones son bloques de granito finamente labrado, perfectamente tallados en paralelepípedos o poligonales. Sus caras exteriores son almohadilladas

con protuberancias perfectamente lisas y un extraordinario trabajo de pulido.

Las portadas, ventanas y hornacinas tienen forma trapezoidal, más ancha en la base con dinteles de un solo bloque de piedra labrada. Las portadas de los recintos más importantes eran de doble jamba. En toda la configuración constructiva puede apreciarse la tecnología de los ingenieros chavín, expertos en el tratamiento y procesamiento de la piedra de todas las formas, tamaños, usos y dimensiones.

ZONA DE CANTERAS

Ingresando a Machu Picchu por la calle principal se encuentra el acceso a la zona

de canteras y en ella se aprecia aún una diversidad de rocas talladas o semitalladas, con cortes para su instalación. Destacan canales labrados, entrantes y salientes, rocas a medio cortar y rampas para movilizar las mismas. Las rocas transformadas en poliedros líticos eran de diferentes calidades y en obra, recibían el tallado y acabado final. El pulido se ejecutaba una vez colocadas las piedras en la estructura. La roca fue trabajada con barretas y herramientas de bronce con percutores de rocas más duras y alisadas por abrasión con arena.

Algunos investigadores sostienen que, originalmente, la ciudad de Machu Picchu era una gran cantera que los geólogos llaman “el caos de granito”.



Puerta del Templo Inca en la ciudad perdida de Machu Picchu.

CONCLUYENDO

Los ingenieros ancestrales peruanos, hace más de 4000 años, investigaron, procesaron e imaginaron asombrosas soluciones para cada uno de sus problemas, inventando procesos y tecnologías a veces únicos.

La capacidad de planeamiento de expertos ingenieros y una calificada mano de obra permitieron a los ingenieros preincas e incas dominar los espacios naturales, remodelando, estructurando o adaptándolos a su propia naturaleza.

Construyeron andenes o terrazas escalonadas para ampliar los terrenos agrícolas o extender las áreas para el desarrollo urbano. Calcularon, diseñaron y construyeron una interminable red de canales de irrigación para abastecimiento

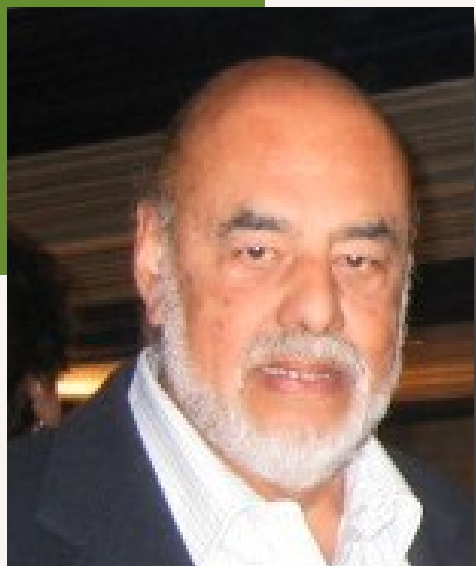
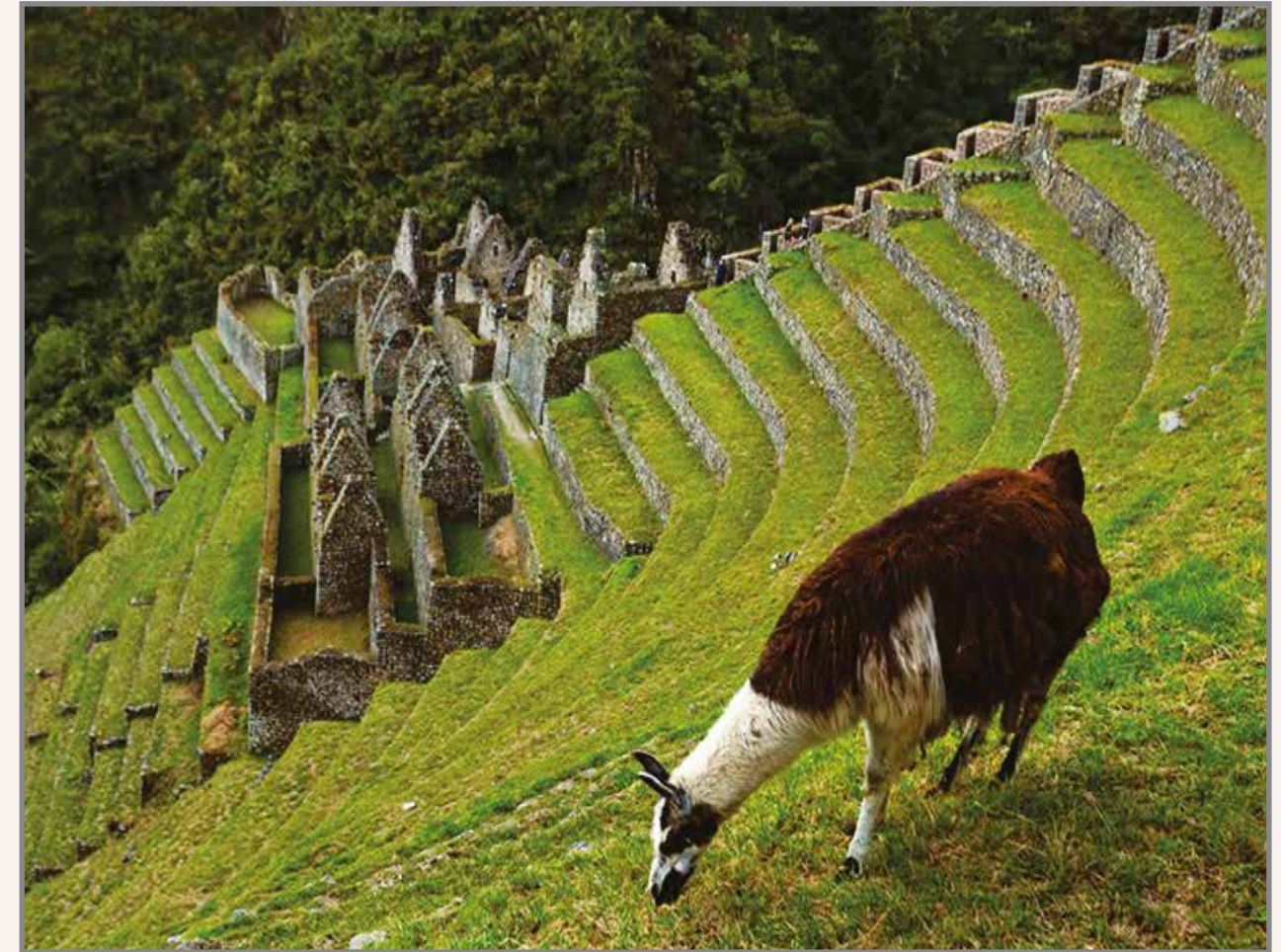
agrícola y urbano con extraordinarios sistemas de drenaje y mantenimiento, incrementando su durabilidad en el tiempo y el espacio. Un interminable tejido de más de 20 mil kilómetros de caminos, tambos y puentes para unir pueblos, gentes y culturas.

La infraestructura constructiva requería de una extraordinaria capacidad técnica de sus ingenieros. El conocimiento de la resistencia de los materiales líticos para las edificaciones y canales, el dominio de la geología de los suelos y subsuelos, la implementación eficaces técnicas antisísmicas para las edificaciones, el manejo del medio ambiente y de los efectos erosivos del viento y la lluvia.

Desde Caral hasta Machu Picchu transcurrieron más de 3800 años de comprobada ingeniería inca y preinca, y más de 4500 años de ingeniería hasta nuestros tiempos.



AGRICULTURA PERUANA EN EL BICENTENARIO



Dr. Ing. Benjamín Quijandría Salmón*

Por: Fátima Saldonid

La agricultura es uno de los pilares de nuestra economía. A doscientos años de independencia, a pesar de la diversidad de suelos, climas y productos solo hemos logrado convertirnos parcialmente en un referente mundial. ¿Cuáles han sido los aciertos? ¿Cuáles, los obstáculos? ¿Cuál es el panorama actual? ¿Y cuáles son las acciones

inmediatas y las futuras? Si existe alguien que tiene las cosas claras sobre la agricultura es el Dr. Benjamín Quijandría, quien por más de sesenta años ha entregado su vida en favor del agro y es quien conoce los derroteros para que el Perú salga de la pobreza.

Dr. Quijandría, la agricultura en el Perú tiene una larga historia. ¿Cómo se inicia esta actividad en el país?

La agricultura ha acompañado al hombre peruano desde que llegó a estas tierras. Desde hace miles de años hemos tenido la capacidad de realizar una de las más grandes domesticaciones de plantas y animales que se ha dado en la humanidad. En la etapa preinca e inca podemos destacar el manejo del agua, la articulación agrícola económica, el almacenamiento de alimentos, las obras inmensas de ingeniería, los andenes. Los peruanos tenemos raíz y origen agrícola, y una cosmovisión del cuidado del medio ambiente.

Y luego vino el gran mestizaje con la llegada de los españoles.

La conquista trajo nuevos animales y nuevas maneras de ver la agricultura. Los

conquistadores no supieron darle valor al conocimiento ancestral y se quedaron en sus prácticas europeas, llamando a los camélidos "bestias de la tierra", sin entender que eran fuente de fibra y de alimentación de la población. También reemplazaron los granos originarios con alto valor nutricional por los que ellos consumían. Esa transición con la conquista significa una disrupción del sistema productivo tradicional y un cambio de prácticas que tienen después impactos ambientales muy serios.

El intercambio mundial de productos agrícolas y animales ocurrido durante la colonia fue variado e intenso, por ejemplo, el tomate es originario de estas tierras, pero es la base de la comida italiana. En el caso de la vid, que viene del oriente medio en su origen primigenio, se asienta en el Perú y por el gran suelo que

encuentra surgen zonas vitivinícolas en Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna. Podemos seguir mencionando ejemplos del mestizaje. Los europeos llevaron el cuy a África y existen allá cinco países que tienen este nutritivo roedor como la base de la alimentación de sus poblaciones, y ellos miran al Perú como fuente de información y conocimiento sobre su crianza.

La agricultura desde siempre ha sido parte de nuestra cultura. ¿Por qué, entonces, en los lugares claramente agrícolas hay tantos casos de desnutrición? ¿A qué se debe y cuál es su balance camino al bicentenario?

Lo que hay ahora es una evolución de la agricultura a nivel mundial. El Perú tiene una geografía megadiversa, a diferencia de países con territorios inmensos como Brasil, Argentina, donde la agricultura masiva se

* Ing. Agrónomo por la Universidad Nacional Agraria La Molina, M.Sc. y Ph.D. por la Universidad Estatal de Carolina del Norte. Profesor principal de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Director del Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agraria. Viceministro de Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura y Riego. Director ejecutivo del Programa Nacional de Innovación Agraria. Consultor internacional. Autor del libro *Hacia una región sin pobres rurales*. Roma: Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, FIDA, 2002.

desarrolla a través de los llamados *commodities* o productos de mercado como el trigo, el maíz, la carne de res o la leche. Nosotros tenemos una geografía disímil, una topografía especial que hace que, al igual que ocurrió en el caso de los incas, cada piso ecológico tenga un ecosistema especial.

La agricultura en sus inicios no fue vista como una fuente de producción, como ocurrió con la minería. Durante los años cincuenta del siglo pasado, se buscó industrializar la agricultura. Pasamos de ser un país minero a un país agroindustrial, siendo el epítome, el gobierno militar que prohíbe las importaciones para estimular la “industria” nacional y, lamentablemente, la agricultura fue considerada como un tema de “justicia social” a través de la reforma agraria, sin tener una visión asociada a la generación de riqueza de esas poblaciones.

En estos tiempos se está hablando nuevamente en algunos sectores de una reforma agraria. ¿Qué significó y qué consecuencias trajo este proceso?

Entre las cosas de herencia cultural que recibimos a lo largo del periodo de la conquista y del virreinato están las estructuras de poder políticas y económicas. A los colonizadores españoles les dieron las haciendas con grandes proporciones de tierra. En esa época, la población indígena sufrió abusos hasta los primeros reclamos de sacerdotes españoles. Luego, las haciendas se convierten básicamente en puntos de concentración de poder económico y de manejo de personas cuyas vidas no tenían independencia.

La reforma agraria tuvo como objetivo reducir la presión social a través de la redistribución de la tierra. Los orígenes de esta reforma en el caso de América Latina fueron auspiciados por el gobierno de Estados Unidos que quería evitar la formación de otras “Cubas”. Al hacer la reforma agraria y distribuir la tierra se tendría una situación más paritaria para esa población. Penosamente, no se educó a la población en administrar esos recursos, no tenían la tecnología ni la capacidad. Incluso, el gobierno militar trajo asesores yugoslavos que tenían gran experiencia en las cooperativas



agrarias de posguerra. Pero cuando terminó la presión política, la reforma no funcionó, todas las cooperativas se fraccionaron y cada agricultor tomó un pedazo de tierra. La reforma agraria permitió un cambio en la estructura agrícola del país, el inicio de la agricultura familiar y la creación de pequeños complejos agroindustriales que son los grandes exportadores.

La agricultura familiar ha aportado a la economía del país y a la internacionalización de importantes productos. ¿Cuáles son los desafíos para promoverla y que sea un componente importante para el desarrollo del Perú?

La agricultura familiar es una organización agrícola alrededor del padre, la madre, los hijos

y, en algunos casos, mano de obra contratada eventual. Todo el proceso productivo se consolida alrededor de la familia. Son unidades de producción pequeñas que, en muchos casos, no tienen un tamaño adecuado para generar la sostenibilidad de esa familia a través de la actividad puramente agrícola. No cuentan con asistencia técnica, los programas de crédito son insuficientes y para muchos gobiernos regionales la agricultura no es una prioridad.

Pero, justamente, la regionalización lo que buscaba era que el presupuesto nacional llegue de la manera más adecuada a las poblaciones de cada región. Siendo el gobierno regional la autoridad de la zona, ¿podría conocer las necesidades y los problemas estructurales del lugar que representa?

Los gobiernos regionales tienen un presupuesto muy importante; sin embargo, muchos de ellos invierten menos del 1 % de ese presupuesto en temas agrícolas. Las autoridades regionales no le dan prioridad a la agricultura y no invierten ni en tecnificación ni en investigación. Lo que encontramos es una población que tiene reducidos medios de producción, poca capacidad y son las ciudades las que definen básicamente la situación política del país y las regiones rurales se sienten en abandono total. La agricultura familiar es el 30 % de la población económicamente activa, es la actividad más importante desde el punto de vista de empleo humano que tiene el país y los gobiernos regionales no han creado sistemas de extensión, ni centros de investigación agrícola. Muchos de los gobiernos regionales tienen una parte importante de la responsabilidad de la pobreza en la agricultura familiar.

El Perú es un país agrícola, pero también minero. ¿En qué momento se da esta disociación entre ambos conceptos y

como así hemos pasado a pensar, incluso, que podemos vivir sin minería y solo con la agricultura?

Partamos de una realidad: así como hay buenas y excelentes empresas mineras que cuidan el medio ambiente, que saben manejar el agua, también hay malas prácticas; pero si hablamos de una minería moderna tecnológicamente avanzada nos damos cuenta que esta actividad favorece al entorno en lo ambiental, social y económico.

En realidad, la convivencia histórica de la agricultura con la minería siempre ha sido buena, lo que debemos quitar como un factor de distorsión son dos cosas: lo primero, los temas ideológicos que se ponen por delante; lo segundo, las falsas noticias. En estos tiempos las explotaciones mineras tienen un sentido comunitario de desarrollo y lo que encuentras es que más allá del canon, las mineras financian con recursos propios proyectos a favor de las comunidades. Las mineras saben que tienen una responsabilidad que tiene que



ser tomada con una visión articulada entre la empresa, los habitantes y los agricultores. Así sucede en los casos de éxito donde trabajan en conjunto un plan de desarrollo.

Por ejemplo, el tema del agua. Una minera consume 1 % y la agricultura de la zona emplea el 25 %. Incluso, las mineras están desalinizando el agua del mar con lo cual no afectan a la agricultura. Lo que las autoridades deben de hacer es gestionar un trabajo conjunto entre la minería y la agricultura, ambas son necesarias y son los pilares de nuestra economía, no se trata de que una sí y la otra no.

En los casos de Tía María o Conga, si bien hay muchos temas que discutir y muchas situaciones que resolver, están siendo distorsionados por un tema ideológico y político que lo que hace es usar la violencia y la presión para que se detenga la inversión en todos los casos.

Entonces, la premisa debe de ser educación antes que cualquier reforma.

Así es. Es importante que ante cualquier reforma tengamos claro que primero hay que educar para que luego el agricultor pueda generar por sí mismo el uso de la tecnología. También hay que despolitizar el tema minero. Insisto, hay una minería buena que cumple con todos los estándares internacionales y que beneficia al desarrollo de los pueblos aledaños y, por otro lado, hay una mala minería que atenta contra el medio ambiente, que es ilegal, que explota a niños, mujeres y que impacta negativamente en lo social y económico.

Es complicado, porque no solo hay una minería ilegal, sino también cultivos ilegales. ¿Cree usted que todos los esfuerzos realizados para erradicar el cultivo de la hoja de coca van por buen camino?

Sí, es cierto, y debo remitirme al tema de la pobreza. Un campesino sin posibilidades de crecimiento, sin un crédito bancario, sin

tecnología muchas veces se encuentra en situaciones muy lamentables, la consecuencia es que empiezan a trabajar en cultivos ilegales porque les da una oportunidad de mejora para sus hijos.

Y el tema de la pobreza se ve en un campesino de San Martín o de Madre de Dios o del VRAEM, abandonado por el Estado, que usa su parcela para el cultivo de hoja de coca porque el ingreso que recibe por ella es mucho mayor que cualquier cultivo, como el de yuca o el de plátano.

¿Y qué hace el Estado, si tiene conocimiento de este problema?

Aquí hay medidas de doble origen. Por un lado, el Gobierno peruano, con un conjunto de medidas legales, y por otro lado, el Gobierno americano, puesto que el mercado central de la cocaína está en los Estados Unidos.

Otro punto es que el reemplazo de cultivos rinda lo mismo a los agricultores. Antes había una política de destrucción de cultivos ilegales que ha sido sustituida por una política de reemplazo de cultivos, el cultivo del café y del cacao han sido un ejemplo de siembras de reemplazo exitosas. El Estado ha tomado medidas de fuerza correctas, pero lastimosamente son como ciclos. Entra el Estado, el Ejército destruye máquinas, realiza procesos de remediación a la tierra, luego pasa un tiempo, se deja de supervisar por temas de costo, y nuevamente vuelven las mafias a entrar y volvemos a tener problemas de contaminación de aguas, problemas de deforestación y desaparición de la capa arable del suelo, además de los problemas sociales mencionados.

Aquí el tema es por qué no hemos invertido en infraestructura, por qué no hemos invertido en carreteras de penetración, en internet y teléfonos inteligentes, seguimos con la deuda que tienen los gobiernos con la agricultura del Perú.

¿Cómo va el tema de innovación y de investigación en el Perú respecto a la agricultura?

Pésimo. Somos el país de América Latina que tiene una de las peores inversiones públicas en investigación. El agroexportador sí ha tenido la posibilidad de traer tecnología extranjera, pero la pequeña agricultura necesita ciencia e investigación de base. Antes, durante el segundo gobierno de Belaunde, había fondos para la investigación, préstamos del BID, del Banco Mundial y existían sistemas de extensión, es decir, de transmisión de conocimiento con cobertura nacional. Cuando llegó la reforma agraria, la prioridad fue la entrega de tierras y dejaron de lado la investigación. Luego, con la regionalización desaparecieron las oficinas de extensión agrarias que antes habían pasado al Ministerio de Agricultura y todo lo avanzado desapareció.

El Estado tiene una deuda pendiente con la agricultura, es una deuda muy grande en el tema del financiamiento de la investigación para el agro. Por ejemplo, luego de 33 años se crea el Programa Nacional de Innovación Agraria - PNIA. Este programa fue creado para contribuir al establecimiento y consolidación de un sistema nacional moderno de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo del sector agrario con fondos externos; sin embargo, el Ministerio de Economía y Finanzas no aprobó la segunda fase, sin importar el aporte que realizaba el PNIA a los agricultores pequeños y a sus familias que sí necesitan de apoyo estatal. Tenemos ejemplos como los de Caral, donde los descubrimientos de Ruth Shady nos dan cuenta que la grandeza de esa civilización estuvo en la agricultura y el comercio, con redes de producción y comercio. El problema de la pobreza tiene solución a través de la inversión en ciencia y tecnología para la agricultura.

¿Cómo debería de ser la relación de la empresa privada y el Estado para contribuir con el desarrollo agrícola?

Ambos deben trabajar conjuntamente para el desarrollo, hay que continuar con inversión en obras de riego, preferencias tributarias y preferencias laborales que, como lo hemos visto, ha desarrollado la industria y también pensar que la gran agroindustria debe seguir asociada con el pequeño agricultor, como es en el caso de la producción y exportación de palta y arándano. La agricultura empresarial debe tener la voluntad de establecer un diálogo que beneficie a todos pensando en el mercado mundial. Debemos colocar productos donde tenemos ventaja, tenemos que globalizarnos. Por ejemplo, la campaña de "superfoods" nos da una ventaja relativa, pero debemos trabajar en la normativa genérica y en el ambiente para hacer consolidar los negocios de comercio exterior. Esa es responsabilidad del Estado junto a la voluntad y capacidad de la empresa privada para invertir. Y no olvidar la pequeña agricultura como proveedora o como mano de obra especializada.

¿Cuáles serían sus recomendaciones?

Lo primero es resolver el tema del agua, el riego es fundamental. La costa y la sierra del Perú tienen exceso de agua que no se maneja adecuadamente. El Gobierno central y los gobiernos regionales no gestionan adecuadamente los grandes proyectos de irrigación en el país. Lo segundo, tenemos que enfocarnos en el financiamiento de los pequeños agricultores, existe mucha población pobre que requiere préstamos, no solo para la campaña agrícola sino para invertir en tractores. Solo el 10 % de la agricultura familiar tiene acceso a crédito. El problema del populismo tampoco ayuda, cada cierto tiempo se condonan deudas y el agricultor debe aprender que hay que pagar los préstamos para seguir generando mayor inversión. Y, finalmente, una política de innovación agraria. Por ejemplo, se ha desarticulado el PNIA y no se aprobó la segunda fase. Se había invertido 180 millones de dólares en cinco años. Es un retroceso.

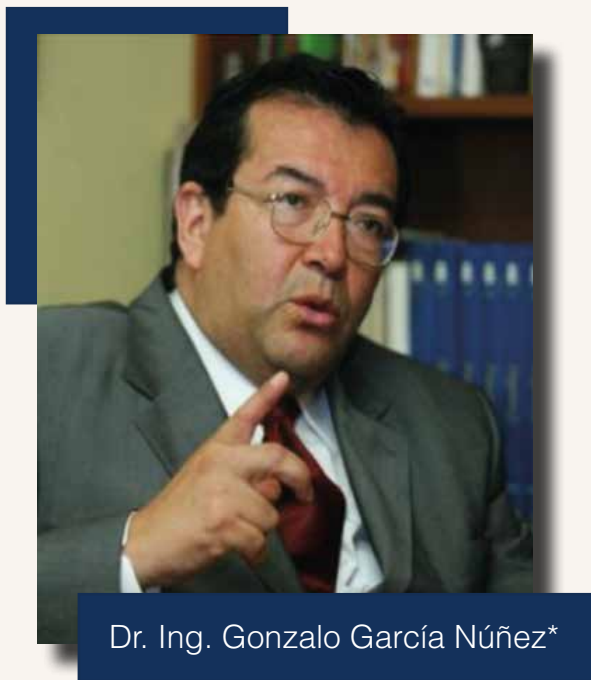
Muchas gracias, Ing. Quijandría. ¿Algún sueño personal respecto a la agricultura en el Perú?

Me preocupa el cambio de nombre del Ministerio de Agricultura, ahora es el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Me inquieta porque no se trata solo de poner un nombre, sino de lo que significa. Si antes el ministerio no ha tenido la capacidad de resolver los problemas del agro y el riego, ¿cómo hará ahora con su vinculación a la educación, salud, carreteras, etc.? Entonces, un primer sueño es que el Estado pague esa gran

deuda que tiene con la agricultura a través de un adecuado presupuesto que permita la innovación, la investigación y la transmisión del conocimiento. También sueño con ver a un pequeño agricultor con carreteras, con internet y con un teléfono inteligente recibiendo información tecnológica de un gran centro de investigación y que puedan tener información sobre el mercado nacional e internacional sin intermediarios. Llevo sesenta años dedicados a la agricultura y creo que aún hay mucho por hacer. Tengo la esperanza que el Perú llegue a ser una potencia mundial, lo tenemos todo.



LA NUEVA INDUSTRIALIZACIÓN



Dr. Ing. Gonzalo García Núñez*

inicio de su organización profesional vinculada a la explotación de recursos naturales.

La química, la física, las matemáticas, las ciencias del clima, la tierra y el mar, junto con las ciencias de los seres vivos, son parte sustancial de los fundamentos del desarrollo científico de la ingeniería.

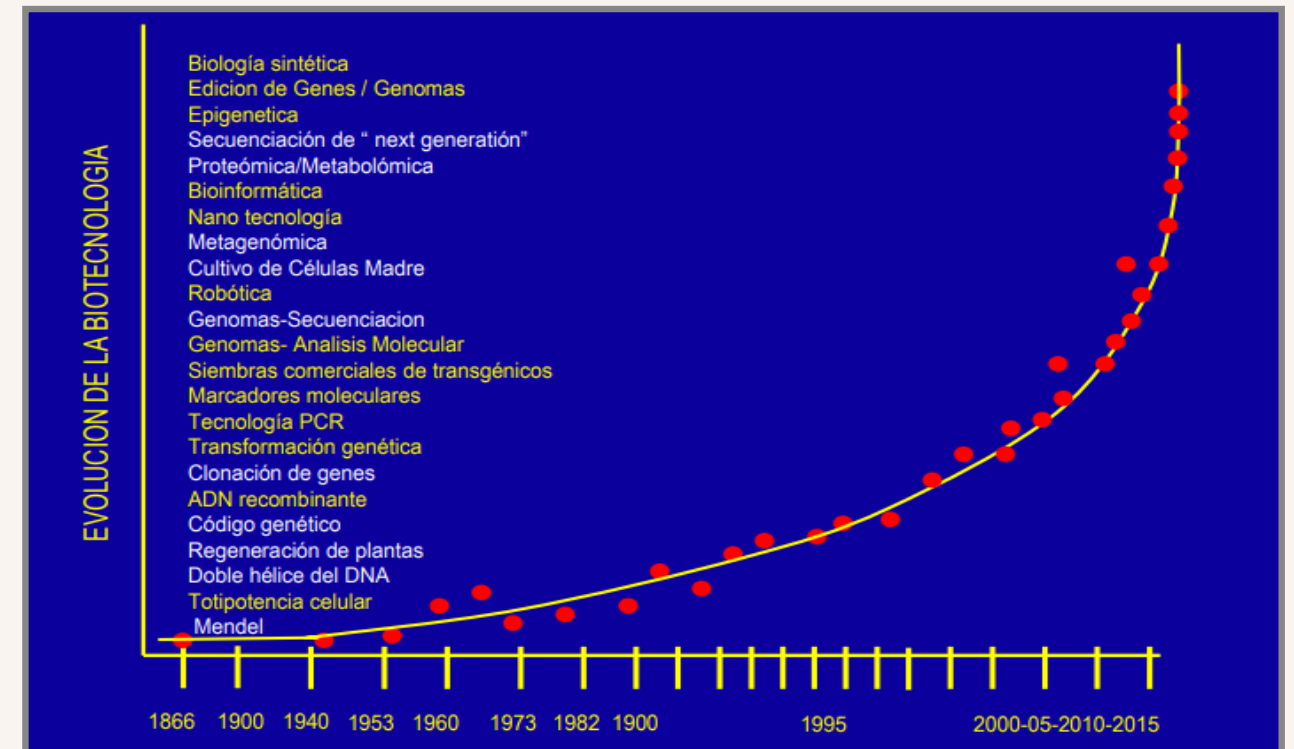
A partir de la primera revolución industrial emerge también la necesidad de poner en valor los conocimientos de la metalurgia, la mecánica, la ingeniería de los materiales, los procesos y operaciones unitarias.

Paulatinamente, se construye también un *pensum* sobre los seres vivos y la combinación de técnicas para tratarlos: las biotecnologías.

Tal vez uno de los principales aportes de las revoluciones tecnológicas del siglo XIX fue la **empresa** como centro de información, que combina el conjunto de conocimientos para planificar, comprar, producir, vender y financiar los procesos de trabajo con lo necesario para el tratamiento de datos, economía, costos, estadística y sistemas.

Nuestra ingeniería se ha edificado sobre los conocimientos de cuatro grandes olas de crecimiento provocadas por sendas revoluciones industriales, de allí el proceso de especialización en disciplinas cercanas como la ingeniería de la infraestructura, civil, sanitaria, física o arquitectura que, junto con la ingeniería de minas y metalúrgica, sentaron las bases del

* Ingeniero Industrial por la UNI, diplomado del Centre d'études des Programmes Economiques de París. Doctorado en Economía por la Université de Grenoble (3e.). Profesor principal de la FIIS-UNI. Profesor visitante de la Universidad de Bretaña en Rennes. Director del BCRP. Director en Siderperú. Consultor de Cofide, el Banco Mundial, UNI-CEF-PROANDES. Consejero presidente del actual JNJ como delegado elegido por los profesionales. Expresidente de la Comisión Multisectorial de Alto Nivel de lucha contra la corrupción (CAN). Integrante del Consejo Consultivo de la Junta Nacional de Justicia del Foro Peruano de Relaciones internacionales (FOPRI) e integra el directorio de OTRAMIRADA. Ha sido candidato a senador y a la primera vicepresidencia de la República. Ex Decano Nacional del Colegio de Ingenieros del Perú.



Coloquio horizonte científico: "Las biotecnologías: transgénicos y proyecciones", CERES-PUCP-CEPES, Lima, 2018.

INDUSTRIA QUE INDUSTRIALIZA

Nada de ello fuera posible sin la organización industrial y, en particular, la situación de las industrias industrializantes.

Dice Gerard De Bernis que una industria es industrializante cuando sola o como un complejo empresarial, circuito o grupo integrado, tiene como función fundamental:

1º: generar una **transformación de las funciones de producción** por la disposición de nuevos conjuntos de máquinas para toda la economía o para un ámbito localizado y temporalmente definido; medios que logran elevar la productividad de cada uno o de todos los factores de producción, el capital (K), el trabajo (L) o el progreso técnico (PT) o la combinación de factores (K, L, T).

2º: impulsar la **interrelación creciente** entre las distintas ramas o sectores de la producción, enlazamiento que se observa a través del **ennegrecimiento** progresivo de la matriz interindustrial o insumo producto que llena las

columnas y filas de la matriz de coeficientes técnicos de las actividades/ramas.

3º: propagar la **reestructuración económica y social, y la transformación de las funciones de comportamiento de los sistemas sociopolíticos**. Estas últimas actúan como gobernanzas de los sistemas, enlazando en forma retroactiva con las transformaciones que se operan en todas las fuerzas productivas.

4º: contribuir al ajuste continuado, plástico y permanente de las estructuras sociales y económicas existentes a partir de las modificaciones causadas por la inserción de nuevas máquinas, un permanente timonel y adecuado redespigüe industrial.

Así, con estos cuatro trazos, se conceptúa la industrialización al nivel más abstracto, como el resultado de la pugna entre el ser humano y los recursos finitos arrancados a la naturaleza que, en el caso de las naciones que recién se aventuran en ella, toman la apariencia de una **ruptura histórica**.

INDUSTRIALIZACIÓN PROCESAL

La humanidad no admite subyugarse frente a las fuerzas ni a fenómenos de la naturaleza y el espacio. Desarrolla respuestas ecológicas y soluciones equilibradas y balanceadas que son propias a la ingeniería como disciplina vertebral, la industria como actividad productiva, el medio aeroespacial y el medio ambiente como mediaciones. **La industrialización es, por tanto, un proceso.** Tiene inicio y término. Vive sucesivas etapas que clases, actores o sujetos despliegan en ciclos de diferente amplitud, gradación localización y aceleración. Pone en marcha nuevas estructuras sociales de diferente grado de complejidad y actúa como un sistema regido por el principio de conservación y cambio. (Barel). Por eso, algunas industrias producen verdaderos **efectos de industrialización**, generados en específicos y continuos periodos temporales para luego solo ejercer **efectos de arrastre**, que ya no podrán ser calificados de la misma manera, anota Perroux.

De ahí que ciertas industrias ejerzan efectos de industrialización **directos o indirectos; rápidos o lentos; iniciales o terminales.** Lo que importa para fines de política pública de gestar coaliciones es identificar cuáles son las industrias industrializantes y cuáles son los efectos positivos que provocan en su entorno. Si se quiere iniciar el proceso industrializador con ventaja se le debe otorgar prioridad a sus efectos:

- **Características:** al efecto que una **industria motriz** ejerce sobre su entorno se le denomina efecto de industrialización, que es una variedad específica del efecto de arrastre. Se debe, por lo tanto, caracterizar tanto la naturaleza de las industrias que ejercen influencia sobre el medio ambiente como de las transformaciones impresas en el mismo por el modo de propagación de estas.

- **Identidad: ¿qué industria industrializa?**
La respuesta se encuentra en la historia de las fuerzas productivas que insume y utiliza la industria. Según la estratificación de las firmas por edades, hay industrias priorizadas, usualmente se dicen “modernas” y otras que se les denomina “enteramente nuevas”. El punto de partida se ubica en los países que iniciaron su proceso de industrialización cerca al comienzo del siglo XIX y desde entonces se refiere a la clasificación de la industria por edades o generaciones, modernas o enteramente nuevas: electricidad, química, hidrocarburos, metalmeccánico, automotriz (antes 1914), y las nuevas y segundas electrónica, de plásticos, nuclear aeroespacial, cibernética, robótica, biogenética, sistemas digitales (después de 1980).

La diferencia radica en que las industrias modernas transforman las estructuras de todo el conjunto industrial. Percibidas desde una matriz interindustrial, las modernas conforman un conjunto técnicamente caracterizado capaz de engendrar efectos hacia arriba y hacia atrás, creando efectos de renovación de la propia industria dentro de un campo de posibilidades tecnológicas, determinadas y limitadas. Mientras que las industrias enteramente nuevas suponen la existencia previa de una base industrial (moderna) que es activada y renovada por la emergencia de estas nuevas industrias y el desarrollo de sistemas complejos de dirección y organización con soporte informático y electrónico.

Ambos tipos de industrias estimulan la propensión a innovar y replicar las innovaciones en el sector moderno.

Si se admite que las industrias actualmente modernas fueron en su momento enteramente nuevas se puede distinguir: la industria en formación, usualmente en crecimiento; y las preindustriales, que forman una telaraña de actividades. El primer tipo actúa renovando y reestructurando al segundo en la misma



medida que el sector enteramente nuevo lo hace con el moderno. Habrá cuatro tipos de industrias atendiendo a su estratificación: i) enteramente nuevas; ii) modernas; iii) en formación; iv) preindustriales (por talla).

DEPARA LA PROSPECTIVA

Desde la base industrial existente, el actual paradigma está construido sobre la cuarta revolución mundial de las fuerzas productivas.

Cambios sustanciales en los métodos de planeamiento y control de la producción, la cadena global de suministros de materiales, la deslocalización de los puestos de trabajo, la medición de la calidad de los mismos, la automatización, la robotización, la producción flexible, la circulación de los productos, la miniaturización, la clusteralización, entre otros procesos. En efecto, las fábricas laboratorios, las famosas *fab labs*, trabajan en los umbrales de la neurociencia. El ser humano, cual

Prometeo redivivo, acomete el reto superior de manipular el cerebro humano para incorporar sus circuitos a los sistemas productivos.

Los usa así como medio de aprendizaje directo e instantáneo. Reorganiza las conexiones sinápticas entre neuronas. Son, como si fueran un gran número de procesadores virtuales interconectados entre sí, cual gigantesco sistema de servidores que modelan el funcionamiento de las neuronas biológicas.

Como toda modelación, se trata de simulaciones simples al inicio, que se irán complicando con métodos de ponderación en la fase de aprendizaje a medida que se pretende un saber cada vez más denso y complicado.

La capacidad de entrenar al ser humano a través los códigos fundamentales hasta conseguir el resultado es un método de aprendizaje definido con relación a su contexto.

El ser humano así entrenado es capaz de solucionar problemas con el método que le ha sido enseñado a través de la intervención neuronal.

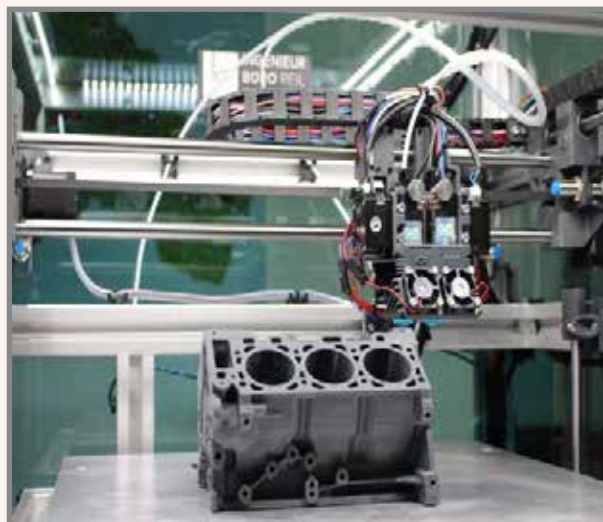
Esta es una opción que depara una gran ventaja puesto que se trata de un método intuitivo, fundado en la existencia de varias alternativas de entrada de datos que no siempre son programables ni modelables.

Una herramienta esencial de las neurociencias radica en la **inteligencia artificial** (IA), que imita todas las funciones y sensaciones del cerebro, existentes o inventadas, con base en el desarrollo de una máquina inteligente que se retroalimenta.

Al centro de este desarrollo está la digitalización de las máquinas herramientas, reinas supremas de la formación del capital técnico sostenible.

Con el microchip viene después la robótica y la automática, junto al uso extensivo de nanotecnologías —que se internan en la dimensión de lo extraordinariamente pequeño— o de los drones y sus múltiples aplicaciones en el eje zeta para ingresar allí donde, por ejemplo, la mano o el brazo humano no pueden llegar.

En la producción, los procesos de simplificación abarcan hoy el uso de las impresoras 3D, el internet de las cosas o los sistemas de producción flexibles que permiten, por ejemplo,



combinar impresión de metal en tercera dimensión y de resinas automoldeables en la impresión a escala nano de órganos humanos, tubos de relleno, válvulas, plasto deformación que rediseñan y recrean matrices de la función afectada del corazón, por ejemplo.

La mecatrónica es la ciencia resumen del nuevo tiempo y el encuentro de la electrónica, la mecánica de precisión, la química de las resinas, entre otras disciplinas que son gobernadas por algoritmos matemáticos de alta complejidad.

APRENDER A APRENDER

Sin ápice de duda, esta explosión de las fuerzas de la producción conduce de modo inexorable a reconsiderar las formas de aprender lo nuevo, que cada vez requieren mayores conocimientos para gestionar el progreso técnico.

Es lo que hace una universidad tan prestigiosa como Harvard como proyección a la comunidad que tiene miles de cursos colgados en un portal *ad hoc* (OCW) al que puede pertenecer cualquier ciudadano que busca capacitarse rápidamente y aprender sobre una sólida base científica.

En casos excepcionales, como portales de la India y China, existen disciplinas científicas básicas, matemáticas, física, fisicoquímica,

ingenierías, aeronáutica, naval, petroquímica, plásticos cursos enteros colgados en las redes de varias universidades y centro tecnológicos, sobre todo chinos.

Según un reciente informe distribuido en la sesión de Davos, lo que más sufre en la evolución de diferentes modos de producción hacia el paradigma del siglo XXI son las nuevas relaciones sociales y la redefinición del capital.

Otro sufrimiento es la pérdida del valor social del **empleo** con derechos ante la embestida de una demanda empresarial ansiosa de personas capaces de operar robots humanoides, drones logísticos, vehículos eléctricos e, inclusive, administrar redes de vehículos sin conductor.

Hasta los sistemas de pago tradicionales reciben el desafío de las monedas bitcoin, nuevos sistemas de pagos basados en los *blockchain* en que se mezclan las dinámicas de los pagos de alta velocidad con los algoritmos de cálculo diseñados en las ciudades científicas.

LA NUEVA ECONOMÍA GLOBAL

Un trazo sustancial de la cuarta revolución industrial es la transición energética de lo fósil a lo renovable del petróleo a la electricidad, de la hidroenergía hacia la eólica, la solar, la mareomotriz, los biodigestores, proezas nuevas como el camión eléctrico de Tesla o los millares de tranvías eléctricos que circunvalan



las principales ciudades europeas o los trenes suspendidos en redes electromagnéticas que acercan a los ciudadanos de las islas de Japón.

Quedan atrás los sistemas de producción en serie; la división del trabajo al modo de David Ricardo y el fordismo hasta hace poco contemporáneo; los *links* de la física; la química pesada y de procesos unitarios, orgánica; las operaciones eléctricas; la automovilística; mientras se yergue ante nuestros ojos la revolución industrial de nuevo ciclo que anticipara Stephen Hawking, y que se hace compleja visitando otros planetas, la dimensión aeroespacial.

¿Quiénes se instalan en las rutas de esos horizontes nuevos? La especialización internacional de los tres polos de la economía mundial responde: Estados Unidos de Norteamérica en los servicios, sobre todo de información y sus GAFAS, ocho empresas globales más avanzadas; China que de ser un país rural en los cincuenta, emerge en el presente como el continente fábrica junto a los países del Sudeste Asiático; y Europa, ni poco ni mucho, un *mix* de ambos continentes, metido en telemática, informática, servicios financieros, seguros y autos, fármacos y máquinas. Un cuarto bloque se ha especializado en aportarles los insumos en bruto para los *fab labs* y las fábricas de las zonas especiales del país de Xi Jinping, y de abastecer de poblaciones migrantes, muchos migrantes.

TRANSICIÓN ENERGÉTICA:

HERRAMIENTA DE REACTIVACIÓN ECONÓMICA



Dr. Ing. Alberto Ríos Villacorta*

de peruanos en pobreza monetaria en dos millones de personas, alcanzando alrededor de un 27 %, aunque el INEI ajustó la tasa de pobreza monetaria en mayo del 2021 al 30,1 % de la población. En ese proceso acelerado de transición energética, el Estado peruano deberá abordar los siguientes ejes como elementos clave de reactivación económica:

- Redefinición de la política del sector hidrocarburos.
- Descarbonización –despetrolización y desmetanización– del sector eléctrico.

Redefinición de la política del sector hidrocarburos

El sector hidrocarburífero se divide en el subsector petrolero y el subsector del gas natural. El Perú es energéticamente un país extremadamente dependiente de los recursos fósiles. El Balance Energético Nacional del año 2018 describe la triste realidad del sector energético peruano (figura 1). En el año 2018, la producción nacional anual de energía primaria fue de 1 millón 49 mil terajulios. Al consumo de petróleo y gas natural se destina un 73 % del total de la producción local, 766 mil terajulios. Asimismo, las reservas probadas de petróleo, líquidos de gas natural y gas natural representaron el 10,4 %, 18,1 % y 66,7 %, respectivamente, del total de reservas probadas de yacimientos fósiles y minerales

al año 2018. Entre las reservas de petróleo y gas natural, el Perú dispone, para satisfacer sus crecientes necesidades energéticas, de 18 millones de terajulios para las próximas décadas. Un cálculo burdo permite concluir que se disponen de reservas fósiles suficientes para mantener otros 23 años de oferta primaria de petróleo crudo y gas natural al ritmo actual de producción local, que no cubre la demanda

total de energía primaria equivalente a 1 millón 300 mil terajulios. En total, en el año 2018, el Perú importó 225 mil terajulios de petróleo crudo de energía primaria, y 250 mil terajulios de derivados de petróleo. En noviembre del año 2019, el consumo de derivados de petróleo en el Perú fue de 284 mil barriles diarios frente a una producción local de casi 64 mil barriles diarios de crudo.

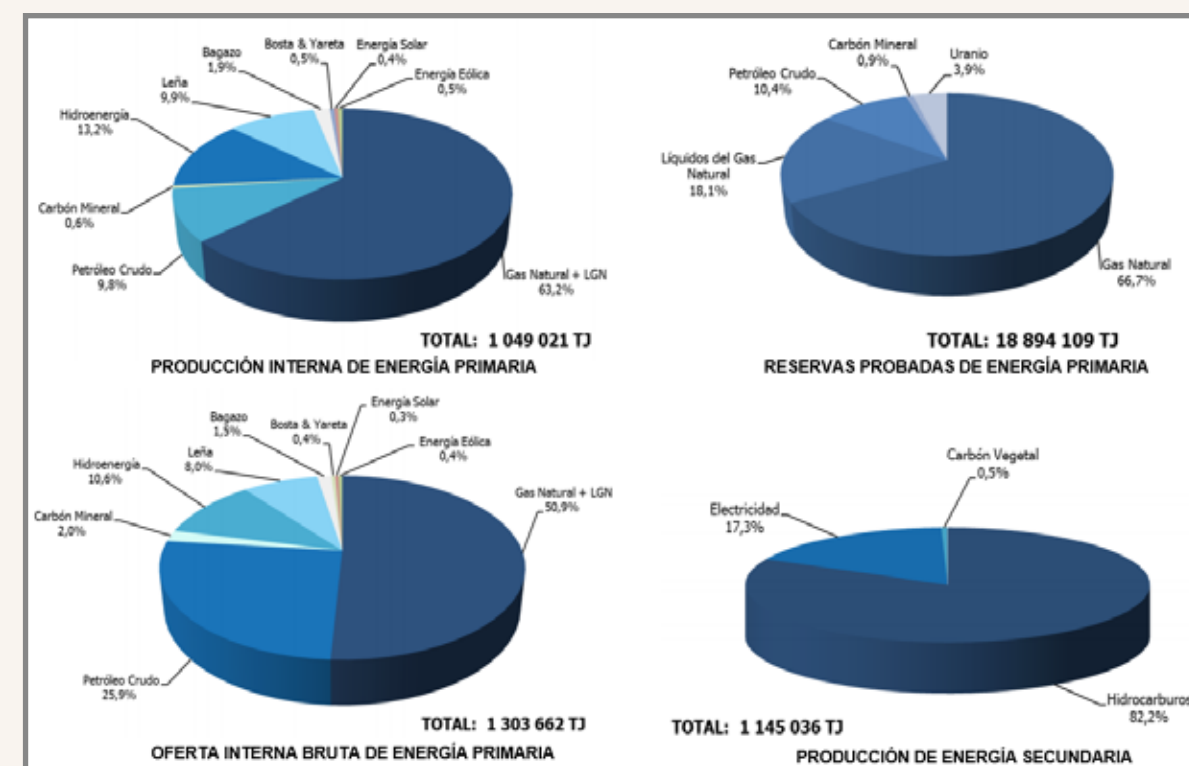


Figura 1: Proyecto de las futuras líneas 3, 4, 5 y 6 del Metro de Lima, Balance Energético Nacional 2018

El Estado peruano deberá iniciar una acelerada etapa de reactivación económica del país una vez superada la pandemia de la COVID-19, en la que el proceso de transición energética jugará un rol de especial importancia. Según predicciones del Banco Mundial de junio del 2020, el PBI del Perú se reduciría en el año 2020 en un 12 % con relación al año 2019. El Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI, en febrero del año 2021, informó que la economía peruana registró una reducción del 11,12 % en el año 2020. Asimismo, en abril del año 2021, el Banco Mundial indicó que el empleo se redujo en un 20 %, lo que sumado a la desaceleración económica habría incrementado el número

La dependencia del petróleo en el Perú no es una situación novedosa, ya en el año 1988 se registró un déficit comercial en la balanza comercial de hidrocarburos de 86 millones de dólares. En el año 2019, el déficit comercial de hidrocarburos superó los 3500 millones de dólares. Si se considerase solamente el déficit comercial de petróleo crudo y derivados de petróleo, se superarían los 4100 millones de dólares. La dependencia del petróleo importado entre los años 1988 y 2019 le ha costado al Perú casi 30 000 millones de dólares. Treintatres años de déficit negativo en la balanza comercial de hidrocarburos no ha motivado al Estado peruano a iniciar un

proceso de transición energética, orientado a desacoplar la economía nacional de una absurda dependencia económica.

Por otro lado, cincuenta años de explotación petrolera han destruido impunemente el hábitat natural de decenas de comunidades amazónicas. La negativa de las empresas petroleras a asumir su responsabilidad en la remediación de los impactos medioambientales implica que el Estado peruano deberá encargarse de invertir miles de millones de dólares en remediar las zonas afectadas. El negocio petrolero es un principal causante de la destrucción medioambiental de la Amazonía

* Ingeniero Eléctrico, especialidad de Sistemas y Redes Eléctricas, Instituto Politécnico de Bielorrusia, 1993. Máster en Energías Renovables, Universidad Europea de Madrid, 2004. Dr. Ingeniero Eléctrico, Universidad Carlos III de Madrid, 2007. Profesor ayudante, Universidad Carlos III de Madrid, 1998-2001. Profesor adjunto, Universidad Europea de Madrid, 2001-2014. Profesor titular principal, Universidad Técnica de Ambato desde el año 2017. Director del Grupo de Investigación REWA-RD, Renewable Energies & Web Architecture - Research and Development.

peruana. Un negocio muy suculto para algunas pocas empresas petroleras, pero un negocio nefasto para el futuro de las comunidades amazónicas y un agujero negro económico para el Estado peruano y la economía del Perú.

La Amazonía peruana ha sufrido un largo historial de derrames con trágicas consecuencias para el medio ambiente. Basta con recordar el triste legado de la empresa petrolera americana OXY durante treinta años de explotación en la selva peruana. Las reclamaciones por contaminación y destrucción del entorno natural de los pueblos originarios son innumerables y es el claro reflejo del grave impacto que ocasionan estas actividades en sus territorios. El caso más escandaloso de destrucción medioambiental en la Amazonía peruana es el causado por la explotación de hidrocarburos del Lote 1AB –dividido actualmente en el Lote 192 y Lote 8–. El aumento de los derrames, el incumplimiento de los mecanismos de gestión medioambiental y el desconocimiento de responsabilidad de PlusPetrol ha exacerbado el nivel de conflictividad social. Cincuenta años de explotación del Lote 192 se resumen en la sistemática destrucción de los ecosistemas amazónicos, irreversibles impactos a las fuentes de agua y contaminación de los ríos, que implican no solo un riesgo para la vida y disfrute del hábitat natural de las comunidades amazónicas sino, además, una grave afectación del derecho a la provisión de agua para beber y alimentarse y, por tanto, a la salud, a las prácticas ancestrales de

subsistencia y al universo simbólico y cultural de las comunidades amazónicas.

En febrero del año 2020, OXFAM presentó el estudio *La sombra del petróleo: Informe de los derrames petroleros en la Amazonía peruana entre el 2000 y el 2019*, que indica la existencia de 1199 sitios impactados en el Lote 192. El Fondo de Contingencia para la Remediación Ambiental inició con un capital semilla de 50 millones de soles, que se empleó en la caracterización y priorización de planes de rehabilitación de 32 de los 1192 sitios impactados: 7 en la cuenca del río Pastaza, 13 en la cuenca del río Corrientes y 12 en la cuenca del río Tigre. Así, con dinero del Estado peruano se procederá a la remediación de los territorios contaminados por empresas petroleras privadas. En el año 2019, el Estado peruano confirmó la transferencia de 183,4 millones de soles para la remediación, que apenas alcanzaría para 10 de los sitios impactados. El coste de la remediación de los 32 sitios impactados implicaría un gasto para el Estado de alrededor de 628 millones de soles (figura 2). Restarían remediar unos 1167 sitios impactados, el coste de la remediación ambiental podría fácilmente superar los casi 2000 millones de dólares, obtenidos en calidad de regalías por la explotación del Lote 192 entre los años 2001 y 2015. Mal negocio para el Estado peruano: heredar la remediación de los pasivos ambientales por miles de millones de dólares. Así, de una forma tan absurda como ingenua, el Estado peruano se dedica a subvencionar los negocios privados de las empresas petroleras, en lugar de hacer

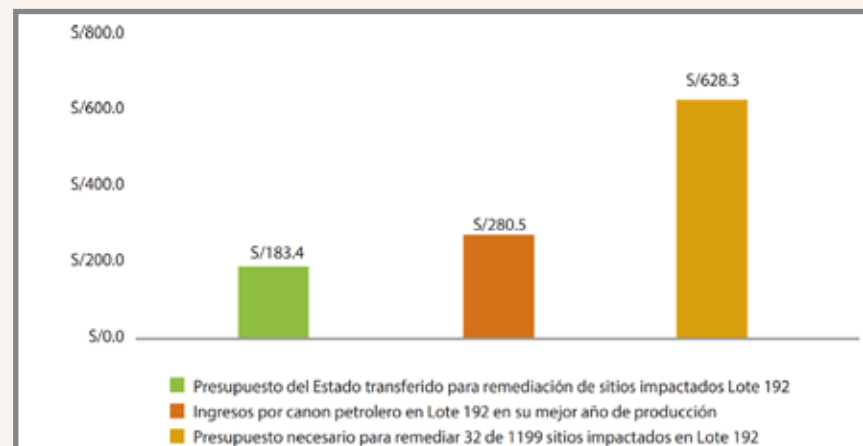


Figura 2: Presupuesto asignado para la remediación de pasivos ambientales del Lote 192, OXFAM.

efectivo los cobros de las multas por graves e irreversibles impactos medioambientales.

Otro ejemplo claro de la impunidad legal e indolencia medioambiental de las empresas petroleras, en este caso la estatal, es la grave contaminación ambiental en la selva norte del Perú debido a la obsolescencia y la falta de mantenimiento y control del Oleoducto Nor Peruano, ONP, por parte de Petroperú. Según el mismo estudio de OXFAM, entre los años 2000 y 2019 se han registrado 94 derrames. Hasta el año 2016, el OEFA identificó 59 derrames en el ONP (figura 2), es decir, entre los años 2016 y 2019 han ocurrido 35 nuevos derrames en el ONP. El incremento del número de derrames en el ONP en los últimos años desvela el grave estado de deterioro de esta instalación de transporte de crudo.

El desproporcionado déficit de la balanza comercial de petróleo crudo y derivados de petróleo, así como el elevadísimo coste de remediación de los pasivos ambientales en la selva peruana, causados por las empresas públicas y privadas, y asumidos por el Estado peruano son argumentos suficientes para iniciar un proceso de redefinición de la política hidrocarburífera nacional orientada al desacoplamiento de las actividades económicas del petróleo, a un cierre programado de los lotes en explotación y al desmantelamiento del ONP. Los principales lineamientos de una nueva política del sector petróleo, asociada a un proceso acelerado de transición energética deberán abordar los siguientes aspectos:

- Integración de los planes de remediación de pasivos ambientales y de reducción de brechas en un solo programa de desarrollo e inclusión económica postpetróleo para la Amazonía del Perú, basado en la integración masiva de sistemas renovables para la generación de energía, la promoción de bionegocios y servicios ecosistémicos, y en el ordenamiento territorial y gestión de los recursos naturales.
- Elaboración de un plan de cierre inmediato de los Lotes 8 y 192, y de desmantelamiento

inmediato del Oleoducto Nor Peruano, ONP.

- Declaración de una moratoria de exploración y explotación en los lotes de la selva peruana y prohibición de la explotación de hidrocarburos en el Mar de Grau.
- Conversión de la refinería de Talara en una biorrefinería, basado en un estudio de evaluación de los residuos agrícolas, ganaderos y de residuos sólidos urbanos, así como del análisis de la logística de gestión de recogida, tratamiento y transporte de los residuos y la definición de la inversión económica de la reconversión.
- Elaboración, discusión y aprobación de una nueva Ley Orgánica de Desacoplamiento del Sector Hidrocarburos, que evalúe y desarrolle el entorno normativo general de los aspectos anteriormente indicados.
- Finalmente, la reducción del consumo de derivados de petróleo deberá basarse en un proceso de electrificación del sector transporte, en las ciudades y entre ciudades.

Descarbonización –despetrolización y desmetanización– del sector eléctrico

El gas de Camisea llegó a la costa peruana en el año 2004 iniciando un profundo proceso de metanización del sector eléctrico peruano. No es exagerado indicar que todas las decisiones asociadas a los escenarios de evolución del sector eléctrico peruano se relacionan con el uso del gas natural en centrales térmicas de ciclo simple y de ciclo combinado. Así, el Nodo Energético del Sur, NES, un grupo de centrales diésel con una potencia instalada de 2000 MW, espera ansioso la construcción del Gasoducto Sur Peruano, GSP, para funcionar en modo de centrales de ciclo combinado. Ambos megaproyectos energéticos han condicionado seriamente la integración de sistemas renovables de generación eléctrica en el SEIN y han generado un riesgo innecesario de incremento del precio de la energía eléctrica asociada a los altos precios del uso de derivados de petróleo para la generación eléctrica.

El principal problema del gas de Camisea es la variable de insostenibilidad energética que introduce en el sector eléctrico peruano,

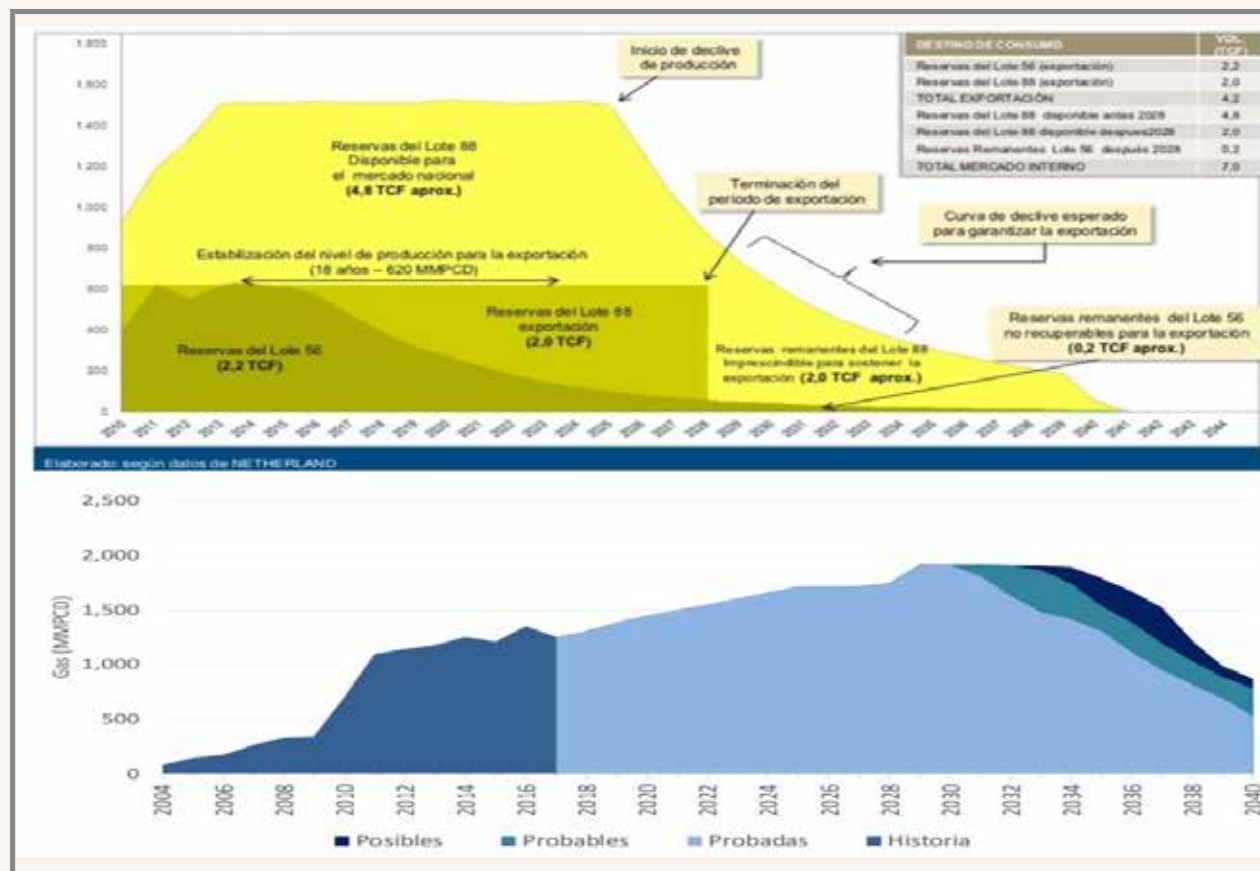


Figura 3: Evolución de la producción esperada de gas natural al año 2040, Netherland y PerúPetro.

debido los limitados volúmenes de las reservas probadas existentes y a la falta de nuevos descubrimientos de gas natural. Según información del Ministerio de Energía y Minas, las reservas probadas de gas natural a finales del año 2018 alcanzaron un volumen de 10,6 TCF, puesto que en promedio en el Perú se extraen 0,5 TCF anuales, las reservas probadas actualmente existentes apenas servirían para satisfacer la demanda local por veinte años.

Diversos estudios realizados por organismos nacionales y asesorías energéticas internacionales han definido el comportamiento de la extracción de gas natural en un escenario de algunas décadas. En la figura 3 se presenta los estudios realizados por la empresa internacional de asesoría energética Netherland y por PerúPetro. En ambos estudios se observa que la explotación de gas natural alcanza un techo de producción que oscila entre 1500 y 1800 millones de pies cúbicos diarios para, posteriormente, iniciar

un acelerado proceso de reducción de la producción. La caída de producción se iniciaría en el año 2026, según Netherland, y en el año 2030, según PerúPetro. Asimismo, en ambos estudios se indica que la sostenida reducción de la producción de gas natural afectará al suministro de la demanda nacional, que en el año 2019 osciló entre 500 y 700 millones de pies cúbicos diarios. Según Netherland, los problemas de suministro de gas natural al mercado interno podrían empezar en el año 2030, en tanto que PerúPetro estima que los problemas de garantía de suministro se iniciarían en el año 2038. En cualquier caso, las reservas existentes de gas natural desvelan una problemática de desabastecimiento que es necesario abordar con seriedad y con base en la información técnica disponible.

En este sentido, resulta incomprensible que el Estado peruano, conector de la probable evolución de la producción de gas natural en los próximos años, así como del inicio de una fase de drástica reducción de la producción y

muy probable riesgo de desabastecimiento, haya iniciado un proceso de masificación virtual de gas natural en prácticamente todas las regiones de la costa peruana y en la región Cajamarca, sin contar con las reservas suficientes de gas natural para garantizar un suministro energético por varias décadas.

La sustitución de la producción de energía obtenida de la combustión de gas natural en centrales térmicas por sistemas renovables de generación eléctrica deberá examinarse como uno de los principales lineamientos del proceso de transición energética en el sector eléctrico, conjuntamente con el proceso de modernización y flexibilización del sistema eléctrico. El proceso de modernización y flexibilización del sistema eléctrico incluye la construcción de nuevas líneas de transmisión eléctrica que garanticen la incorporación de significativos volúmenes de energías renovables, así como la adaptación tecnológica de los sistemas eléctricos de distribución para la maximización de la integración de sistemas renovables en los consumidores

residenciales, comerciales e industriales, sistemas de almacenamiento y vehículos eléctricos públicos y privados, que coadyuven a la acelerada conversión de las redes de distribución actuales en redes eléctricas inteligentes y sustitución del consumo de gas natural y GLP en los procesos de cocción y calentamiento de agua. Asimismo, las redes eléctricas inteligentes deberán garantizar la integración de mecanismos de gestión inteligente de la demanda y consumo eficiente de la energía eléctrica.

El Perú dispone de excepcionales recursos renovables para iniciar un acelerado proceso de transición energética del sector eléctrico, que garantice no solo la sustitución de la energía eléctrica producida en las centrales de gas natural, sino también el incremento de la demanda eléctrica por la sustitución del consumo de gas natural y GLP en los procesos de cocción y calentamiento de agua de los sectores residenciales, comerciales e industriales, así como de la masiva electrificación del sistema de transporte

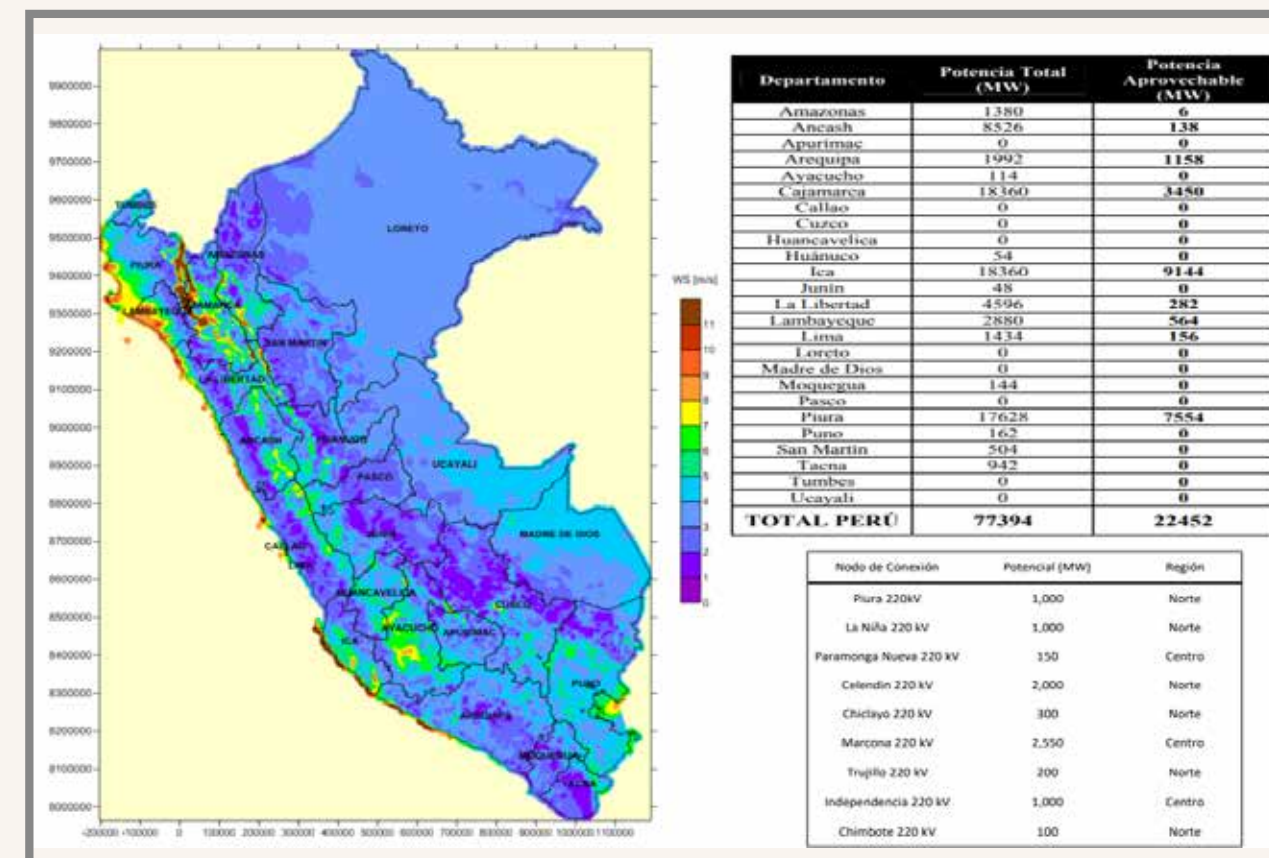


Figura 4: Potencial energético total y aprovechable del viento en diferentes regiones del Perú - MINEM y COES.

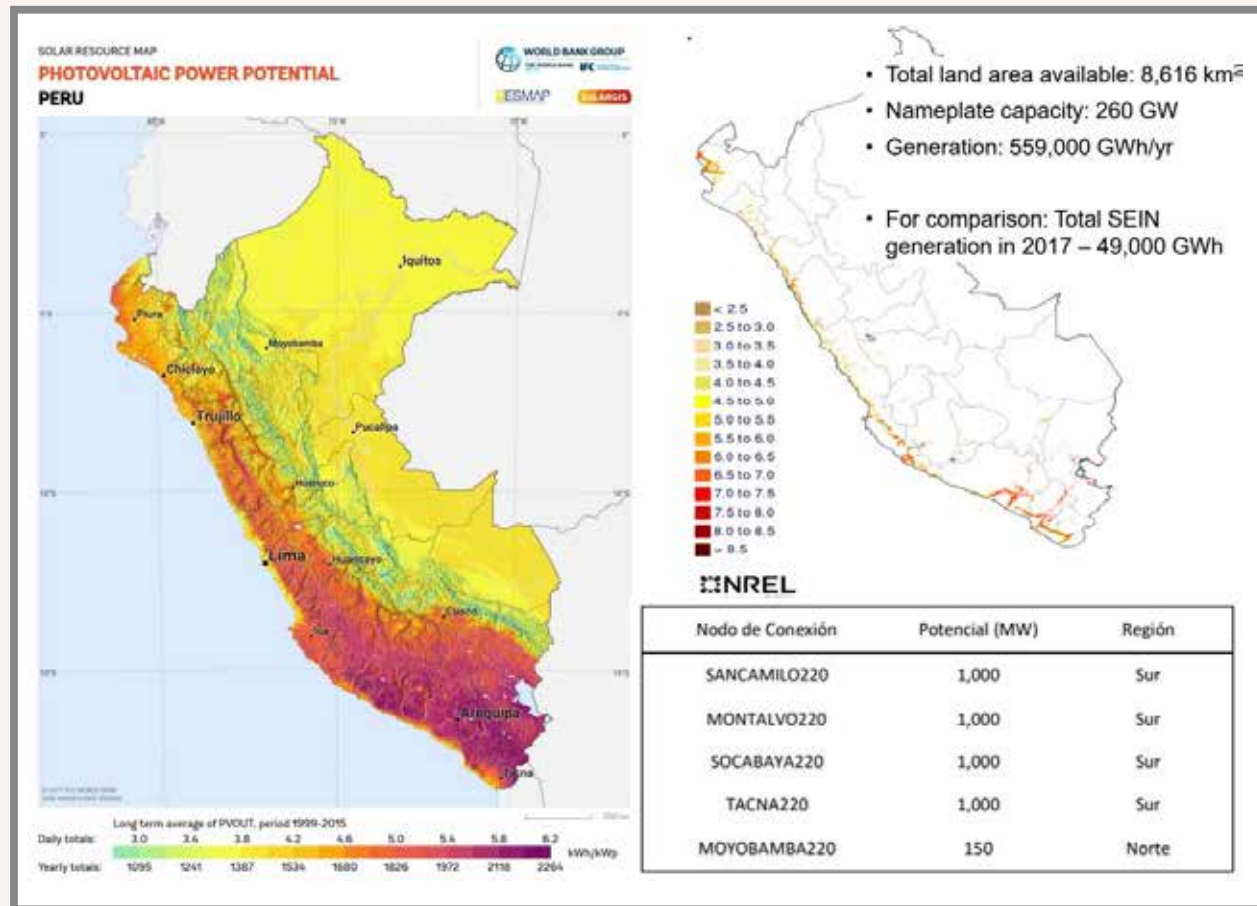


Figura 5: Potencial energético solar fotovoltaico en el Perú, NREL.

público y privado. En las figuras 4 y 5 se presentan los resultados de evaluación del potencial energético de diferentes fuentes renovables realizado por el Ministerio de Energía y Minas - MINEM, y el Laboratorio de Energías Renovables de los Estados Unidos, NREL. Así, en la figura 4 se presenta el potencial energético total y aprovechable del viento en diferentes regiones del Perú. Según el MINEM, en el Perú existe un potencial energético eólico equivalente a 22 452 MW de potencia eólica instalable. Por otro lado, el COES estima que el sistema eléctrico está preparado para asumir una potencia instalada de 8300 MW, figura 4.

Por otro lado, NREL ha evaluado el potencial solar fotovoltaico en el Perú. En el Perú existe un área aprovechable de 8616 km², con una capacidad instalable de 260 GW y una producción de 559 mil GWh al año, equivalente a más de 10 veces la producción eléctrica nacional en el año 2019 (figura 5). Asimismo,

el COES estima que se podría integrar un volumen de energía asociado a una potencia instalable solar fotovoltaica igual a 4150 MW.

Con relación al potencial aprovechamiento de los recursos solares para la instalación de centrales solares termoeléctricas, NREL estima que en el Perú existe un área aprovechable de 5437 km², con una capacidad instalable de 136 GW y una producción de 375 mil GWh al año, equivalente a más de 7 veces la producción eléctrica nacional en el año 2019. Asimismo, NREL estima que existe un área aprovechable de 40 000 km² para la instalación de sistemas fotovoltaicos en tejados residenciales, comerciales e industriales. En el caso del potencial geotérmico, según el Plan Maestro para el Desarrollo de la Energía Geotérmica en el Perú publicado por el MINEM, en el año 2012, el potencial total geotérmico del Perú se estimó en 2860 MW. Existe un total de 640 MW clasificados en campos de prioridad relativamente alta, denominados rango

A y B, con 340 MW y 300 MW de potencial geotérmico, respectivamente. Los campos de rango A podrían tener un desarrollo a corto tiempo sin apoyo gubernamental, mientras que los campos de rango B solo esperan autorización para la exploración. Finalmente, es importante indicar que se han definido 72 ubicaciones en la vertiente del Pacífico para la construcción de centrales hidráulicas reversibles, con una potencia instalable de 5500 MW que permitan garantizar el correcto funcionamiento del sistema eléctrico con una alta penetración de sistemas renovables no gestionables sin sistemas de almacenamiento.

Los principales lineamientos de un acelerado proceso de descarbonización del sector eléctrico deberán abordar los siguientes aspectos:

- Establecimiento de un marco normativo para la realización de subastas de energía renovable dentro de un Plan de Energías Renovables, con objetivos concretos al año 2030 y 2050, priorizando las subastas localizadas y la incorporación de sistemas de almacenamiento para los sistemas renovables de generación eléctrica no gestionables.
- Elaboración e implementación de planes nacionales y regionales de ahorro y eficiencia energética en los sectores residenciales, comerciales, agrícolas, ganaderos e industriales, priorizando la integración de sistemas renovables y plataformas inteligentes de gestión de la demanda, así como la sustitución de recursos fósiles en los sistemas de cocción y calentamiento de agua.
- Modernización de los sistemas eléctricos de distribución y su adaptación a la maximización de la integración de energías renovables, vehículos eléctricos y sistemas inteligentes de gestión de la demanda.
- Elaboración de un Plan de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos en las ciudades con poblaciones superiores a 30 000 habitantes y financiación de una infraestructura de valorización energética de los residuos sólidos urbanos.

Conclusiones

La creación de un único programa de remediación ambiental y cierre de brechas centrado en la creación de un espacio de desarrollo e inclusión económica pospetróleo para las comunidades amazónicas permitirá al Estado peruano iniciar un proceso de desacoplamiento del petróleo en zonas del territorio que han sufrido graves impactos medioambientales, deterioro de sus hábitats y de sus principales actividades económicas. El negocio del petróleo es nefasto para las comunidades amazónicas por la destrucción y contaminación de sus espacios naturales, y es económicamente absurdo para el Perú, puesto que además de implicar una salida de divisas de miles de millones de dólares anuales, endosa al Estado peruano la necesidad de asumir los costes económicos de remediación de los pasivos ambientales heredados de las empresas petroleras públicas y privadas.

Por otro lado, la insostenibilidad energética a largo plazo del gas natural obliga a iniciar un acelerado proceso de transición energética en el sector eléctrico, con el claro objetivo de sustituir de forma planificada y secuencial el uso de gas natural en la producción de energía eléctrica, así como en la cocción de alimentos y calentamiento de agua. El proceso de descarbonización del sector eléctrico deberá basarse en la masificación de la integración de energías renovables, la implementación de planes de ahorro y eficiencia energética, la modernización de las redes eléctricas de distribución y la gestión integral, y valorización energética de los residuos sólidos urbanos.

Las medidas propuestas tanto en el sector de hidrocarburos como en el sector eléctrico permitirán no solo reducir drásticamente el exorbitante gasto en importación de crudo y derivados de petróleo, sino que además atraerá importantes inversiones en la integración de sistemas renovables y significativos volúmenes de reducción en el consumo de energía por la implementación de planes de ahorro y eficiencia energética en los sectores residenciales, comerciales e industriales.

EL DESPERTAR DE LA ECONOMÍA DE PROYECTOS EN EL PERÚ



Ing. Ysmael Ormeño Zender*

ECONOMÍA DE PROYECTOS, NUEVO PARADIGMA PARA ABORDAR EL CAMBIO

Nótese que en este título la palabra “abordar” no debe entenderse como “afrontar”, sino como ¡aprovechar el cambio!

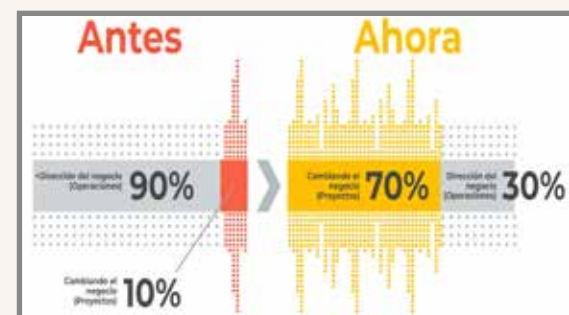
De acuerdo al vicepresidente del Banco Mundial (BM) para la región de América Latina y el Caribe, Carlos Felipe Jaramillo, actualmente vivimos tres grandes revoluciones que debemos aprovechar: la revolución digital, la revolución verde y la revolución de la innovación¹; y para mantenernos competitivos, en este contexto se está abordando el cambio con una inmensa cantidad de proyectos.

En medio de estas transformaciones surge el concepto de economía de proyectos que, en definición del Project Management Institute (PMI)², es aquella en la cual “las personas tienen las habilidades y capacidades que necesitan para convertir las ideas en realidad. Las organizaciones entregan valor a las partes interesadas mediante la finalización exitosa de proyectos, la entrega de productos y la alineación con los flujos de valor. Y todas estas iniciativas aportan valor financiero y social”.

En su informe *Pulse of the Profession 2020*, el PMI califica acertadamente la Economía de Proyectos como un “cambio fundamental de

paradigma” en la gestión de las organizaciones y gobiernos, los cuales necesitan acelerar la comprensión de los siguientes aspectos:

- **El trabajo pasa, de ser basado en operaciones, a estar centrado en proyectos.** Debido a la necesidad de permanente transformación, los proyectos adquieren una relevancia y atención superior, pues son la fuerza impulsora para lograr el crecimiento sostenible y la realización a largo plazo de los objetivos organizacionales. De hecho, en el reciente informe PMI *Los equipos de mañana hoy*³, más de la mitad de las organizaciones encuestadas confirmaron que han reorganizado sus actividades en torno a proyectos y programas.



La digitalización está cambiando la naturaleza del trabajo (de operaciones a proyectos)⁴.

- Como consecuencia de ello, las organizaciones deben **privilegiar el enfoque en las nuevas habilidades y competencias de los líderes** que tendrán a su cargo la labor de dirigir estos proyectos de manera exitosa. Este entendimiento produce que los equipos con fuertes habilidades en las disciplinas de gestión de proyectos y capaces de moverse de un proyecto a otro sean altamente valorados en empresas públicas y privadas.

CINCO IMPULSORES DE LA ECONOMÍA DE PROYECTOS A NIVEL MUNDIAL

Cualquiera que sea el cambio, tiende a realizarse a través de iniciativas diferenciadas y definidas, en otras palabras: proyectos. En este nuevo contexto es posible identificar los siguientes impulsores de la economía de proyectos.

1. Los cambios radicales de escala global debido a la rápida aparición de nuevos productos y servicios disruptivos.
2. La carrera de los países por alcanzar la mayor competitividad y ser destino de las inversiones.
3. Las organizaciones que ven la necesidad de expandir sus negocios a nuevos territorios (globalización de los mercados) en respuesta a la competencia y los cambios regulatorios.
4. Los acuerdos globales como la Agenda 2030 de las Naciones Unidas que incluye los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)⁵.
5. Las medidas adoptadas por los gobiernos para enfrentar y recuperarse de la reciente crisis causada por la COVID-19.

LA NUEVA GENERACIÓN DE DIRECTORES DE PROYECTOS

La economía de proyectos se desarrolla en tiempos en que la tecnología es la gran fuente de la disrupción y que, a la vez, provee de herramientas que permiten automatizar y maximizar la eficiencia del trabajo de las personas.

En ese sentido, las organizaciones necesitan gerentes de proyectos –y equipos de profesionales en general– con conocimientos actualizados en esta área, de modo que le permitan ser conscientes de cómo la

* Ingeniero Civil con más de veinte años de experiencia en dirección y gerencia de proyectos de edificación, *retail*, medio ambiente, minería e infraestructura. Actualmente, vicepresidente del PMI® Lima Perú Chapter y Presidente Electo para el periodo 2022. Fundador de la consultora PMO Perú, promoviendo las buenas prácticas del Project Management Institute (PMI®), Project Management Office (PMO) y principios ágiles a través del marco SCRUM.

¹ <https://www.elmostrador.cl/mercados/2021/01/29/fmi-y-banco-mundial-alertan-de-las-desigualdades-que-deja-la-pandemia-en-latinoamerica/>

² Project Management Institute (PMI) es la institución fundada en 1969 en Pensilvania, EE. UU., líder en la industria de la gerencia de proyectos, dedicada al progreso y fomento de su aplicación efectiva.

³ <https://www.pmi.org/learning/library/pulse-indepth-tomorrows-teams-today-11941>.

⁴ Adaptado de *Strategy Execution*.

⁵ Los ODS son un instrumento a nivel mundial para terminar con la pobreza, preservar el planeta y lograr un incremento en la mejora de la calidad de vida y las perspectivas de futuro.

Inteligencia Artificial (IA), Machine Learning, Big Data y las herramientas innovadoras pueden empoderarlos para el futuro y para una sólida toma de decisiones.

De acuerdo al informe *Pulse of the Profession 2019*, a esta nueva competencia se la conoce como “coeficiente tecnológico” y según la Comisión Europea, estos conocimientos digitales pronto se exigirán para el 90 % de los empleos.

Por otro lado, tal como lo menciona Priscila Duarte⁶, si bien en un futuro no muy lejano la inteligencia artificial llevará a cabo gran parte del trabajo administrativo y de información, será importante que los directores de proyecto inviertan en sus habilidades de liderazgo y otras habilidades interpersonales, porque eso nunca desaparecerá.

El profesor Tabrizi, de la Universidad de Stanford, las llama “habilidades de poder”. Un conjunto de habilidades indispensables que generan los cambios y que destacan a los líderes y equipos esenciales –más aún si se requiere trabajar con equipos virtuales—. Entre ellas se encuentran la empatía, la conciencia cultural, la comunicación, la inteligencia emocional, la capacidad de ser humano.

Asimismo, junto a las habilidades generales de planificación, gobernanza y gestión de riesgos se agregan las capacidades para discernir sobre el enfoque de gestión más adecuado según el contexto, pudiéndose optar por una metodología predictiva, ágil (impulsada por el cambio) o híbrida.

PANORAMA PROPICIO PARA INCORPORAR LA ECONOMÍA DE PROYECTOS EN EL PERÚ

A doscientos años de su independencia, el Perú enfrenta el reto de retomar la senda para acelerar y afianzar su desarrollo. Tanto

el Sector Público como el Privado han venido desplegando esfuerzos, muchos de ellos concurrentes, en medio de profundas crisis y cambios a nivel mundial y de la región Latinoamérica; sin embargo, es momento de redefinir el trabajo en el contexto de la nueva economía de proyectos.

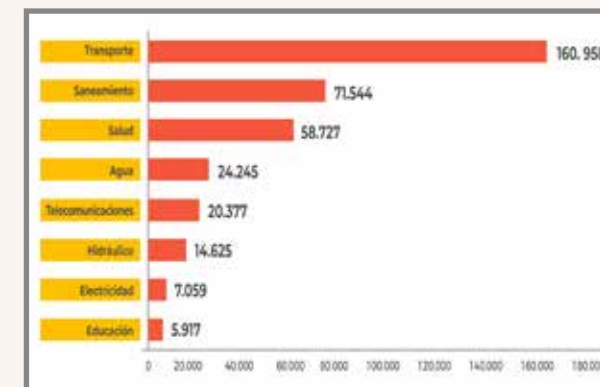
En doscientos años ejecutamos importantes proyectos. Gracias al talento de los peruanos hemos conseguido significativos logros que hoy son reconocidos desde la construcción del Ferrocarril del Centro y el Oleoducto Norperuano hasta los recientes Juegos Panamericanos, por mencionar solo algunos.

En este nuevo horizonte, el escenario se muestra propicio y expectante si tenemos en cuenta que en cincuenta años la población del Perú alcanzará los 39,5 millones⁷ de personas y aún subsiste un gran porcentaje en pobreza extrema que requiere de servicios básicos de vivienda, saneamiento, salud y educación, lo cual trae como consecuencia la necesidad del cierre de brechas a través de un amplio portafolio de proyectos de inversión pública⁸ por ejecutarse.

Perspectiva del sector construcción

En cuanto al sector construcción, precisamente, durante el año 2019, el Ministerio de Economía y Finanzas planteó los cimientos identificando los principales proyectos a ejecutarse por su alto impacto en nuestro desarrollo, los cuales fueron considerados en el Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad (PNIC).

El PNIC menciona que la brecha en infraestructura de acceso básico es de 363 mil millones de soles en comparación con países desarrollados y, tal como se puede observar en el cuadro adjunto, el 44 % de la brecha se concentra en el sector transportes, seguido de los sectores saneamiento, salud y agua.



Brecha de infraestructura de largo plazo (millones de soles)

Fuente: PNIC 2019. Universidad del Pacífico

Esto significa que tenemos la necesidad de asegurar la ejecución y culminación de 52 proyectos (en sus diferentes fases), los mismos que conllevan un efecto positivo en otros sectores productivos, como el agrícola, pecuario, forestal y acuícola.

Entre otros proyectos que involucran una alta ingeniería destaca el megacomplejo portuario de Chancay, que permitirá se inviertan 3000 millones de dólares y cuya infraestructura iniciará operaciones en 2024, convirtiéndose en el primer megapuerto de América del Sur.

Por otro lado, el Perú se inserta en las tendencias mundiales de transformación digital del Sector Público con la incorporación del Plan BIM Perú⁹, medida de política impulsada por el Ministerio de Economía y Finanzas que tiene por objetivo la adopción progresiva del trabajo colaborativo a través de modelos BIM (Building Information Modeling) en proyectos de inversión pública. Aunque falta la experiencia necesaria, la decisión está tomada y ya se ha iniciado el proceso con la aprobación del Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú a través de la Resolución Directoral N° 0002-2021-EF/63.0. Sin duda, significa la apertura a nuevas oportunidades para profesionales en dirección de proyectos con nuevas competencias digitales.

⁹ Ver <https://www.mef.gob.pe/planbimperu/>



Participación concurrente de los actores del proyecto en un modelo BIM.

En cuanto a gestión, la experiencia en proyectos líderes que se han llevado a cabo como el Proyecto Especial Juegos Panamericanos (PEJP) y los acuerdos de Gobierno a Gobierno para proyectos de gran envergadura, como la Reconstrucción con Cambios, vienen introduciendo en nuestro país las capacidades para enrumbar hacia un futuro con proyectos exitosos.

El procedimiento y las disposiciones para la contratación del Servicio de Asistencia Técnica Especializada (Oficinas de Gestión de Proyectos o PMO) por las entidades fueron aprobados el 21 de agosto de 2020 a través del Decreto Supremo N° 236-2020-EF para la gestión de las inversiones, programa de inversión o cartera de inversiones que ejecuten. Es necesario recordar que las PMO han demostrado contribuir al éxito de los proyectos debido a su rol fundamental en sistemas de información y el apoyo técnico para la toma de decisiones.

Oportunidades de la digitalización

Otros proyectos impulsados por el cambio global son las ciudades inteligentes (*smart cities*), que buscan potenciar las urbes para mejorar los servicios públicos mediante la adopción de tecnologías innovadoras como Data Center, Big Data, Cloud, el Internet de las Cosas (IoT), redes de sensores y eficiencia

energética, que generan un significativo impacto social, económico y ambiental.

Todo esto requerirá intensificar la ejecución de proyectos de infraestructura de banda ancha fija y móvil para una alta conectividad, por lo que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) aprobó, en 2016, el Plan Maestro de Ciudades Inteligentes buscando una planificación articulada para los tres niveles de gobierno y el inicio de proyectos piloto centrados en tres ejes: seguridad ciudadana, tráfico vehicular y gestión de riesgo de desastres.

Por otro lado, en setiembre de 2018 se publicó la Ley de Gobierno Digital, que estableció el marco de gobernanza para una adecuada gestión de tecnologías digitales en la prestación de estos servicios por parte de las entidades públicas. Recientemente, con la aprobación del Reglamento de la Ley de Gobierno Digital (Decreto Supremo N° 029-2021-PCM), se dispusieron las condiciones, requisitos y uso de las tecnologías y medios electrónicos en el procedimiento administrativo.

En ese sentido, tal como se indica en “El camino del Gobierno peruano hacia la digitalización”¹⁰, en aras de mejorar en la infraestructura de telecomunicaciones será necesario implementar los 17 megaproyectos públicos asociados a las TIC que fueron identificados en la edición 2020 de la cartera de proyectos de inversión, elaborada por el IEDEP¹¹, cuyo costo total asciende a US\$ 1243 millones.

El impulso de las MYPES

Si bien las grandes organizaciones son las primeras en incorporar la dirección de proyectos en la ejecución de sus iniciativas estratégicas, no es posible dejar de mencionar a las mypes.

De acuerdo al Informe anual de diagnóstico y evaluación acerca de la actividad empresarial de las micro y pequeñas empresas (mypes) en el Perú¹², con cifras de la Enaho, en 2019 las mypes representaron el 95 % de las empresas peruanas y emplearon el 47,7 % de la PEA. Estas unidades de negocio registraron ventas anuales en constante crecimiento y en 2019 representaron el 19,3 % del PBI. Sin embargo, a pesar de su importancia, las pymes requieren formas de incrementar su productividad, competitividad y eficiencia para alcanzar la formalidad.

El estudio elaborado por Pacheco, Hernández y Niebles (2019)¹³ concluyó que los sistemas de gestión de proyectos estratégicos se presentan hoy como una excelente herramienta para el impulso, sostenimiento y aumento de la competitividad en las pequeñas y medianas empresas.

Es evidente que en el Perú este sector de la economía seguirá teniendo un aporte significativo, demandando especialistas en dirección de proyectos y propiciando la generación de empleos, mayor producción y la generación de una economía sostenible.

¿CÓMO ESTAMOS EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS?

El recuento anterior resume solo algunos ejemplos de nivel macro que, sumados a una extensa cartera de proyectos ambientales, mineros, nos genera cuenta de la transformación y cambio que se requiere para alcanzar el desarrollo. Más allá de los deplorables escándalos por corrupción, lideramos un panorama retador para que, cuanto antes, las organizaciones privadas y públicas a todo nivel de gobierno se preparen para afrontar con profesionales idóneos la

visión de desarrollo del Perú en el mundo de la economía de proyectos.

Este es el espacio natural para el talento de los profesionales en dirección de proyectos, para lo cual el Perú ya cuenta con expertos certificados en el conocimiento de buenas prácticas.

Dentro de las calificaciones más exigidas destaca la certificación PMP (Project Management Professional) otorgada por el Project Management Institute (PMI) después de una rigurosa evaluación, entre otras certificaciones.

Cabe señalar que el PMI tiene, en el Perú, capítulos tanto en Lima como en las regiones norte y sur, siendo el PMI Lima Perú Chapter¹⁴ el capítulo más grande de habla hispana con cerca de 2000 miembros interactuando a través de comunidades de práctica de construcción, tecnologías de la información, proyectos sociales, Sector Público y su coordinación estudiantil a nivel universitario.

A pesar de ello, resulta evidente la necesidad de maximizar la cantidad de profesionales altamente calificados que articulen los diferentes enfoques de gestión en medio de la economía de proyectos teniendo en cuenta la alta demanda que se tendrá. Tal como lo menciona Antonio Nieto-Rodríguez¹⁵, no podemos olvidar que el ingrediente más importante para el éxito de un proyecto es la calidad de las personas que lo lideran.

En cuanto a las organizaciones, el estudio realizado por Lossio, Martínez y Morris¹⁶ (2016) concluyó que el nivel global de madurez en gestión de proyectos de las empresas peruanas es limitado (nivel 2 de 5). Además, señala que el 90 % de las empresas hace uso limitado de una metodología formal de gestión de proyectos o solo la emplean esporádicamente.

REFLEXIONES FINALES

Los peruanos nos sentimos orgullosos de lo que hemos logrado. Llegamos al bicentenario de nuestra independencia con importantes proyectos debido al extraordinario talento de profesionales, pero el mundo globalizado y en constante cambio nos muestra que aún hay grandes brechas por cubrir que se traducen en oportunidades para acoger la economía de proyectos.

Se trata de un inmenso desafío que requiere dos esfuerzos fundamentales y decisivos:

1. A nivel de Estado es imprescindible hacer de la dirección de proyectos una política que instaure un lenguaje universal de gestión para la ejecución de los planes nacionales asegurando, en las entidades públicas y privadas, el exitoso cumplimiento de sus objetivos.
2. Incrementar gradualmente el nivel de madurez en la implementación de las buenas prácticas de la dirección de proyectos en el Perú. Esto debe estar acompañado de metas e indicadores para medir el avance a través del número de PMPs/millón de habitantes, porcentaje de carreras profesionales que incluyen cursos de dirección de proyectos, número de miembros en el PMI en el Perú, etc.

Como podemos observar, los ejecutivos de los sectores público y privado, tomadores de decisiones, tienen la obligación de conocer sobre la economía de proyectos para revisar y renovar nuestras políticas públicas, leyes y las instituciones incorporando, en un esfuerzo independiente de cualquier gobierno, la práctica profesional de la dirección de proyectos. Solo así podremos alcanzar la real efectividad y eficiencia en proyectos que nuestro país requiere para maximizar el valor público y llegar a un desarrollo sostenible de largo plazo.

¹⁰ Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial - CCL. “El camino del Gobierno peruano hacia la digitalización”. En *La Cámara*, septiembre 14, 2020, N° 944.

¹¹ Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial - CCL.

¹² COMEX Perú. *Las micro y pequeñas empresas en el Perú Resultados en 2019. Informe anual de diagnóstico y evaluación acerca de la actividad empresarial de las micro y pequeñas empresas en el Perú, y los determinantes de su capacidad formal*. Recuperado de <https://www.comexperu.org.pe/upload/articles/reportes/reporte-mype-001.pdf>

¹³ Pacheco Ruiz, Carlos Miguel; Hernández Palma, Hugo Gaspar y Niebles Núñez, William Alejandro. “Gestión de proyectos estratégicos para las pequeñas empresas del área metropolitana de Barranquilla - Colombia”. En: *Revista Espacios*, 2020, N° 1, vol. 41, p. 5. Recuperado de <http://www.revistaespacios.com/a20v41n01/20410105.html>

¹⁴ www.pmi.org.pe

¹⁵ Antonio Nieto-Rodríguez es un líder de pensamiento, autor, profesional y profesor en la implementación de proyectos y estrategias. Es el creador de conceptos como Project Economy o Project Manifesto. Su investigación e impacto global en la gestión moderna han sido reconocidos por Thinkers50.

¹⁶ Lossio, Félix; Martínez, Alexander y Morris, Eddy. *La gestión de proyectos en el Perú. Análisis de madurez 2015-2016*. Lima: Esan Ediciones.

PATRONES DE PRECIPITACIÓN EN EL PERÚ



Ing. Víctor Oscar Rendón Dávila*

INTRODUCCIÓN

Todo país que pretenda consolidarse previendo el futuro debe valerse del conjunto de instrumentos técnicos y normativos que ordenen y regulen las condiciones para su transformación, por lo cual es necesario articular políticas, planes, programas y proyectos.

El Perú es muy diverso geográficamente, por lo que los ingenieros de planeamiento, diseño, construcción y operación de infraestructura deben enfrentarse regularmente no solamente a lo imprevisible de los fenómenos hidrológicos extremos, sino también a la falta de datos instrumentales para su predicción.

Según el reporte de marzo del 2017 del Centro de Emergencia Nacional (COEN), desde el inicio de la temporada de lluvias, en diciembre

del 2016, fueron 159 puentes los que se desplomaron, mientras que otros 271 sufrieron algún tipo de daño. La región más afectada con la pérdida de puentes fue Lima con 44.

Considerando que el comportamiento hidráulico de los puentes durante el año 2017 no fue satisfactoria, resulta imperativo la revisión de la normatividad, instrumentos técnicos y metodologías que sustentan el diseño hidrológico.

PROBLEMÁTICA HIDROLÓGICA

Hay coincidencias en que la problemática hidrológica debe abordarse considerando los cuatro subproblemas del modelamiento de subcuencas hidrográficas:

- Establecer el hietograma de la lluvia del proyecto, asociado a una vida esperada y a un riesgo que determina el periodo de retorno. Es decir, qué precipitación se espera y cómo esta se distribuye en el tiempo, durante la duración de la tormenta.
- Determinar qué porcentaje de esta precipitación se transforma en escorrentía y cómo esta se distribuye en el tiempo.
- Diseñar las obras hidráulicas correspondientes, en concordancia con los caudales predecidos.
- Y si fuera el caso, transportar o verter el caudal captado a un medio receptor que lo permita, preservando el medio ambiente.

Centraremos nuestro análisis, en el hietograma de la lluvia del proyecto, pues de su correcta

concepción se puede estudiar los otros componentes, con mayor fiabilidad.

En el análisis de los datos de lluvia se puede emplear la siguiente información:

- Lluvias históricas con registros que produjeron inundaciones o daños severos.
- Series temporales de lluvias, registradas en las estaciones meteorológicas dentro del área de estudio.
- Lluvias de proyecto, obtenidas a partir de información globalizada en formas de curvas de intensidad, duración y frecuencia.

Por lo tanto, el primero de los subproblemas dependerá de los datos que se dispongan. En la mayoría de las subcuencas del país se cuenta con estaciones meteorológicas que registran precipitaciones máximas de 24 horas y con unos pocos hietogramas de algunas precipitaciones extremas.

HIETOGRAMA DE DISEÑO

Para la predicción de la forma como se desarrollará el hietograma de diseño existe

en la normatividad dos metodologías de uso amplio: la metodología de Dick Peschke y la fórmula ILLA modificada. Ambas distribuyen la precipitación en 24 horas y si utilizamos el método de los bloques alternados para desarrollar el hietograma, este tendrá la forma de una distribución normal.

En 1986, la Soil Conservation Service del U.S. Department de Agriculture (NRCS-USDA) desarrolló cuatro hietogramas sintéticos para utilizarse en diversas zonas de los Estados Unidos (tipos I, IA, II y III - figura 1).

La SCS, al establecer su uso en determinada zona geográfica, está precisando que existe una forma para la precipitación local y al adicionar luego el hietograma sintético de 6 horas pareciera que nos invita a reflexionar que hay zonas geográficas donde la lluvia se concentra en duraciones mucho menores a 24 horas.

Ahora, si las causas locales de origen de la precipitación son limitadas, como la orografía y los otros condicionantes que afectan su desarrollo y son estos invariantes en el tiempo, podemos aceptar que en cada lugar

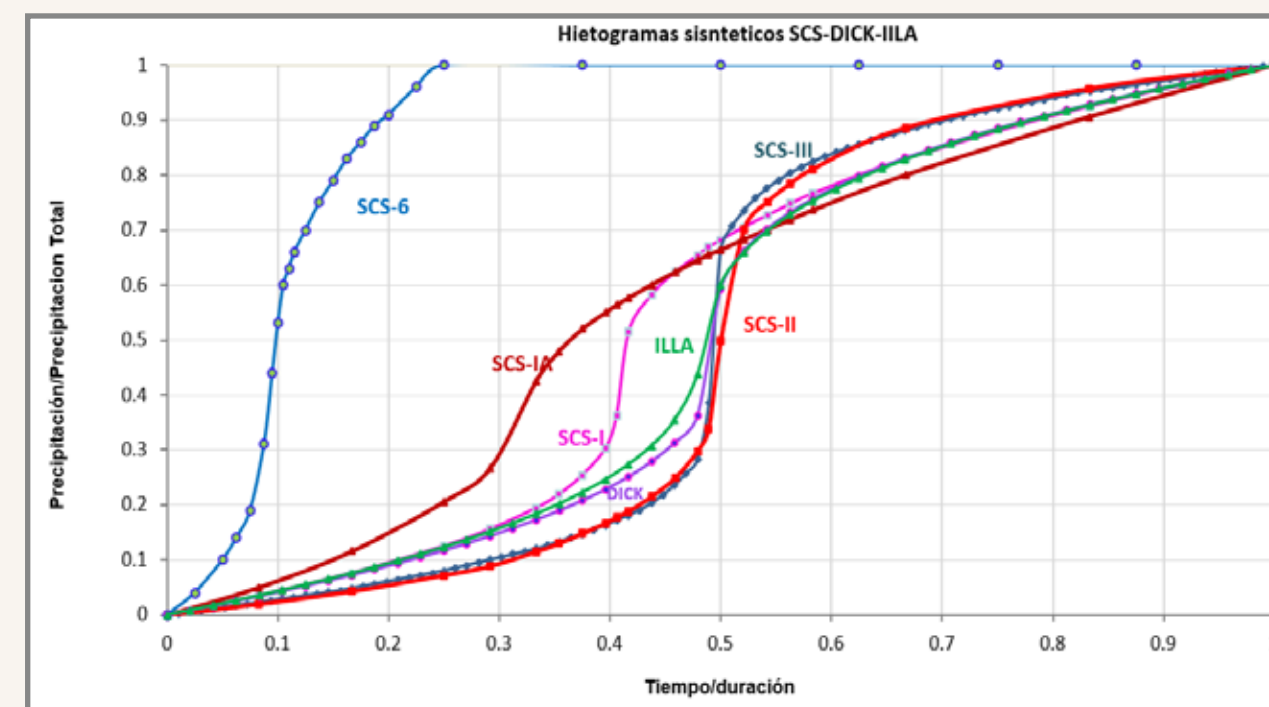


Figura 1. Hietogramas sintéticos SCS-DICK-ILLA.

* Ingeniero Civil por la Universidad San Agustín de Arequipa. Máster en Ingeniería Civil por la Universidad Politécnica de Catalunya. Máster en Hidrología Aplicada Cedex, Centro de Estudios Hidrográficos - España. Doctorando en Ingeniería Civil por la Universidad Politécnica de Catalunya - España. Docente en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad San Agustín de Arequipa y de la Universidad Católica Santa María. Decano del Consejo Departamental de Arequipa del Colegio de Ingenieros del Perú.

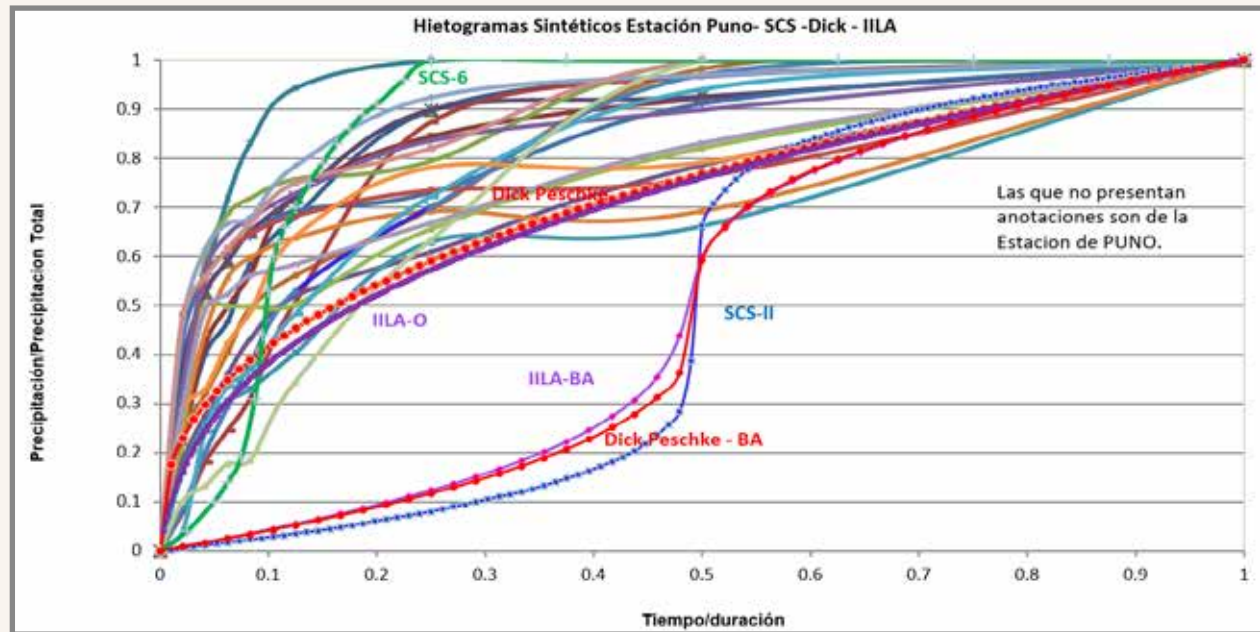


Figura 2. Hietogramas sintéticos estación de Puno - SCS - DICK - IILA.

son posibles ciertas evoluciones temporales de la precipitación, independientemente de la cantidad de lluvia.

Estas pautas de evolución temporal son representadas por su hietograma y constituyen los patrones locales de precipitación, siendo, entonces, estos patrones lluvias representativas de la zona, tanto de su volumen de precipitación, así como de su distribución temporal.

De los registros de las variaciones de las precipitaciones de la estación de Puno se ha generado su patrón de precipitaciones y su evolución temporal correspondiente. Estas se comparan en la gráficamente con las lluvias generadas para la misma zona geográfica con la metodología de Dick Peschke y la fórmula IILA modificada en dos formas, la que se desprende de la fórmula original y la que se distribuye por el método de los bloques alternados (BA) (figura 2).

Del análisis de la figura 2 se desprende que utilizar para la estación de Puno y su zona de influencia las metodologías Dick, IILA o la de SCS no es conveniente.

El hietograma sintético de 6 horas de la SCS, que también se aprecia en la figura 2, no se

adapta al patrón de la estación de Puno, pero sí muestra algunas características comunes.

Una variable no contemplada en las metodologías de la normatividad es la duración de la tormenta, que es fundamental al momento de establecer el hietograma de diseño.

En gran parte del país, la duración de la lluvia es inferior a 12 horas y la precipitación adicional estaría en el ámbito de lluvia residual y no debe considerarse. Cuando se distribuye la precipitación en 24 horas se está disminuyendo la intensidad de la precipitación y esta práctica ha causado resultados catastróficos.

VARIANTE DICK PESCHKE

Si aceptamos por válido que la forma de distribución de la lluvia de 24 horas, sigue una forma potencial, como la de Dick Peschke, pero incluimos la duración de la tormenta, esta se vería así:

$$P_t = P_{24} \left[\frac{t}{d_{LL}} \right]^t$$

Para evaluar sus efectos se ha simulado la respuesta de una cuenca hidrográfica, con duraciones de tormentas menores a tres horas, pero con diferentes hietogramas de la SCS-II, la variante de Dick Peschke-3h y Dick Peschke-24h.

La figura 3 muestra la respuesta de la cuenca ante una lluvia que sigue el patrón de la SCS-II, arrojando un caudal máximo de 27,95 m³/s.

Mientras que la figura 4 en la que la precipitación es la sugerida por la metodología de Dick Peschke-24 h, el caudal máximo es de 23,42 m³/s.

Al utilizar la variante de Dick Peschke para 3 h, el caudal máximo resultante 43,34 m³/s (figura 5).

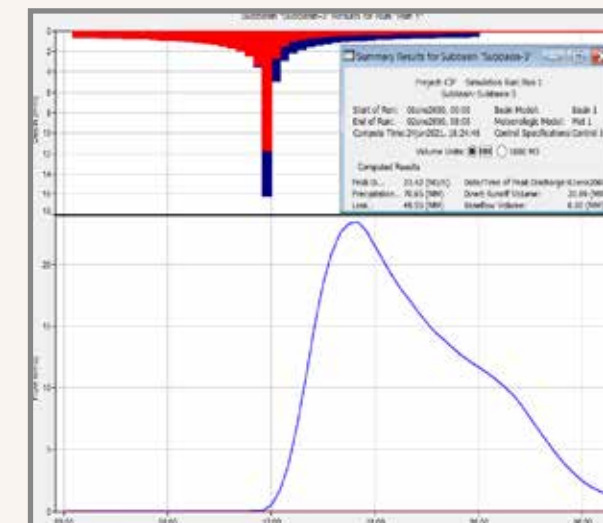


Figura 4. Respuesta cuenca - Hietogramas Dick Peschke-24 h.

CONCLUSIONES

- Cada zona geográfica tiene determinadas evoluciones temporales de la precipitación, independientemente de su cantidad.
- Es imperativo incluir la duración de la lluvia en las formulaciones y metodologías para la elaboración del hietograma de diseño.
- Las metodologías que distribuyen la lluvia en 24 horas no se adaptan a gran parte del país y se debe restringir su utilización.

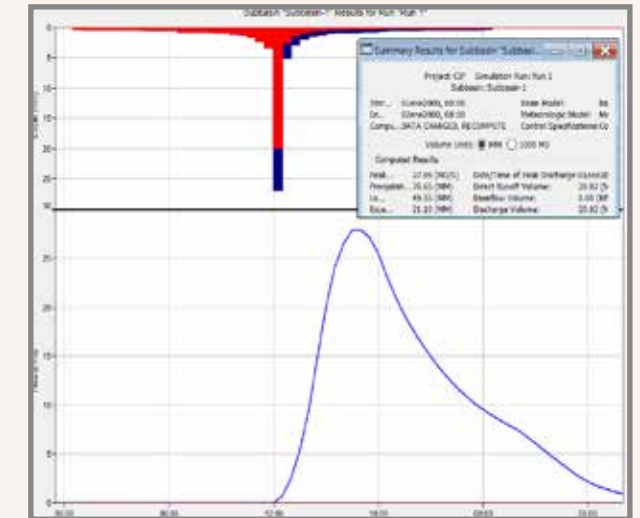


Figura 3. Respuesta cuenca - Hietogramas SCS II.

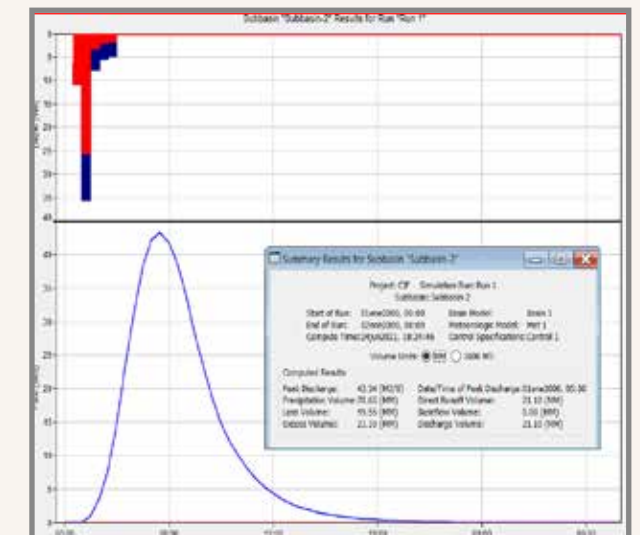
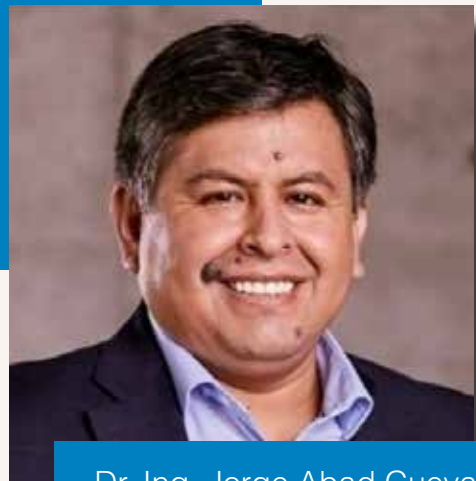


Figura 5. Respuesta cuenca - Hietogramas Dick Peschke-3 h.

BIBLIOGRAFÍA

- Gómez, M. (2008). *Curso de hidrología urbana*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Huber, W., y Dickinson, R. (1992). *Storm Water Management Mode*.
- Ponce, V.(1989). *Engineering Hydrology*. California: Prentice Hall.
- Rendon, V. (2013). *Drenaje pluvial ciudad de Juliaca*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

LA HIDRÁULICA Y SU IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA SOSTENIBLES



Dr. Ing. Jorge Abad Cueva*

Nuestro país se encuentra en la creciente necesidad de desarrollar proyectos de infraestructura en todas las regiones, siendo que muchos de estos proyectos responden tanto a una necesidad permanente de oportunidades socioeconómicas como a las consecuencias de la ocurrencia de eventos naturales como sismos, huacos, inundaciones, entre otros. Como base del desarrollo sostenible, esta infraestructura debe ser diseñada e implementada no solamente empleando las mejores técnicas de vanguardia en diseño y construcción, sino también ser planificadas con una mirada integral y multisectorial bajo un enfoque territorial. Esta concepción tiene

que darse desde el planeamiento, pues la sociabilización de los proyectos cumple un rol fundamental en la percepción de la infraestructura como parte del desarrollo local, regional y nacional. Por ende, las opiniones y consideraciones de los diferentes actores de la cuenca son relevantes.

DISEÑO Y PLANEAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA FLUVIAL

Dentro de la diversidad de los tipos de infraestructura que se desarrolla en el Perú, en el presente artículo discutiremos los relacionados con los ríos. Como primer caso tenemos a las **centrales hidroeléctricas**, las cuales pueden causar cambios en los hidrogramas de los ríos (nivel del río vs caudal) y, como consecuencia, cambios en los transportes de sedimentos (sedimentograma). Posteriormente, estos cambios hidrosedimentológicos generan cambios morfológicos aguas arriba y debajo de las centrales. Actualmente, se vienen discutiendo¹ los potenciales impactos que podrían tener la construcción de centrales hidroeléctricas a lo largo de la cuenca alta del río Marañón, donde se propone instalar centrales en cascada aguas arriba del pongo de Manseriche (Corbidi, 2016). Si bien el potencial hidroenergético es altísimo, los potenciales impactos socioam-

bientales deben tomarse en consideración no solamente por inundación de centros poblados aledaños a las centrales, sino también en el manejo del aporte sedimentario.

La cordillera de los Andes es la fuente principal de sedimentos, los cuales tienen como lugar final el Océano Atlántico. Por tanto, es crucial entender que los sedimentos son una variable quizás de igual importancia que el agua, pero que usualmente los esfuerzos de monitoreo (especialmente, bajo una mirada integral de cuenca) son limitados. Cuando se desarrollan este tipo de proyectos el monitoreo se ejecuta por un corto periodo de tiempo (de algunos meses o años) y solamente en zonas cercanas a la infraestructura. Si muchas de estas centrales proyectadas serán construidas en cascada se sugiere que mínimamente se ejecuten en paralelo estudios integrales de línea base de agua, sedimentos, morfología, con el objetivo de describir los potenciales efectos ambientales y sociales que se podrían generar. Es importante que los estudios de ingeniería tengan esta concepción y no solamente fijarse en el ámbito de estudio. Recuérdese que los impactos acumulativos pueden generar procesos no deseados y contemplados en estudios de ingeniería.

Luego, se tiene al proyecto de la **Hidrovia Amazónica**, concesionado en el año 2017, el cual busca incrementar el transporte de carga entre Perú y Brasil a través de los ríos

Amazonas (puerto de Iquitos), Ucayali (puerto de Pucallpa), Huallaga (puerto de Yurimaguas) y Marañón (puerto de Saramiriza). Aquí, los ríos Huallaga y Ucayali son de tipo meándricos (un solo cauce principal y alto dinamismo en planta, con cortes de meandros y altas sinuosidades de las curvas), mientras que los ríos Marañón y Amazonas, de tipo multicanal (con múltiples islas y canales, este tipo de ríos son menos dinámicos en planta, pero transportan más agua y sedimentos). Durante su desarrollo, este proyecto ha presentado muchas observaciones y preocupaciones², sobre todo relacionados al diseño del dragado de los “malos pasos” o zonas de deposición. Los “malos pasos” son zonas de poca profundidad que se presentan naturalmente en los ríos, sobre todo en épocas de estiaje. Muchas instituciones privadas (como la Universidad de Ingeniería y Tecnología, Wildlife Conservation Society y Derecho, Ambiente y Recursos Naturales) y públicas (como el Sernap y la ANA) han presentado sus observaciones al estudio de impacto ambiental desarrollado por la concesionaria, en el cual se cuestionaban que la variable de sedimentos no había sido monitoreada y que los escenarios de impactos tampoco eran los adecuados. Los ríos amazónicos son dinámicos y transportan altas cantidades de sedimentos en suspensión y de fondo³⁻⁴, por tanto, si se pretende dragar en los malos pasos, lo mínimo que se requiere es monitorear la tasa de transporte de sedimentos de fondo

* Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de Ingeniería. Máster y doctorado por la Universidad de Illinois en Urbana - Champaign (Estados Unidos). Ganador del Premio Lorenz Straub en el 2012, por la mejor tesis doctoral en el área de hidráulica. En el 2018, el Concytec le otorgó la distinción “Santiago Antúnez de Mayolo Gomero” por ser un investigador que contribuye a la ciencia en el país. Autor de diversas publicaciones en revistas internacionales y fundador de diversos departamentos académicos y de la Escuela de Posgrado de la UTEC. Actualmente, se desempeña como Director científico de la RED YAKU (<https://redyaku.com/>) y como asesor *ad honorem* del Ministerio de Relaciones Exteriores en la Dirección General de Soberanía, Límites y Asuntos Antárticos.

¹ <https://www.actualidadambiental.pe/represas-en-el-rio-maranon/>

² <https://es.mongabay.com/2019/05/peru-hidrovia-amazonica-jorge-abad/>

³ <https://www.utec.edu.pe/noticias/cita-utec-presenta-observaciones-tecnicas-al-eia-d-del-proyecto-hidrovia-amazonica>

⁴ <https://www.dancingrivers.com/hidrovia-amazonica/noticias>

que presentan los ríos. Este tipo de monitoreo es clave para luego desarrollar modelos morfodinámicos adecuados que permitan visualizar los efectos del dragado. Sin una buena información de campo y entendimiento de los procesos físicos es muy arriesgado realizar predicciones y estimaciones, ya que se puede llegar a conclusiones inexactas y/o erróneas. La aplicación de la hidráulica fluvial debería incluir no solamente el agua, sino también los sedimentos y la morfología, por lo que es necesario que se desarrolle un plan integral de monitoreo de sedimentos en los ríos del Perú.

En el caso del **puerto de Pucallpa**, este proyecto tiene por objetivo instalar un puerto fluvial en la ribera del río Ucayali desde décadas atrás. Desde los años ochenta se viene llevando a cabo estudios y construcciones en la zona de Pucallpa, pero muy poco se ha desarrollado en el entendimiento de la dinámica planimétrica

del río Ucayali. Este río es quizás uno de los más dinámicos en la cuenca amazónica, por lo que su análisis no debe circuncribirse a la zona del puerto en diseño, sino a una mayor área de influencia; los meandros de los ríos están conectados y los procesos morfológicos que ahí ocurren tienen repercusión temporal y espacial. Los estudios hidrogeomorfológicos son necesarios antes de pretender instalar puertos fluviales en zonas muy activas. Tal como se muestra en la figura 1, Abad y otros (2012) describieron la dinámica planimétrica del río Ucayali, cerca de Pucallpa, y demostraron que los cortes de meandros se presentaban cada 25 años, aproximadamente, y que esto generaba cambios morfológicos aguas arriba y abajo del corte, lo que consecuentemente trae cambios espaciales importantes. Por lo tanto, es necesario entender los procesos físicos a gran escala previamente, para luego implementar obras de ingeniería que permitan una sostenibilidad de la infraestructura.

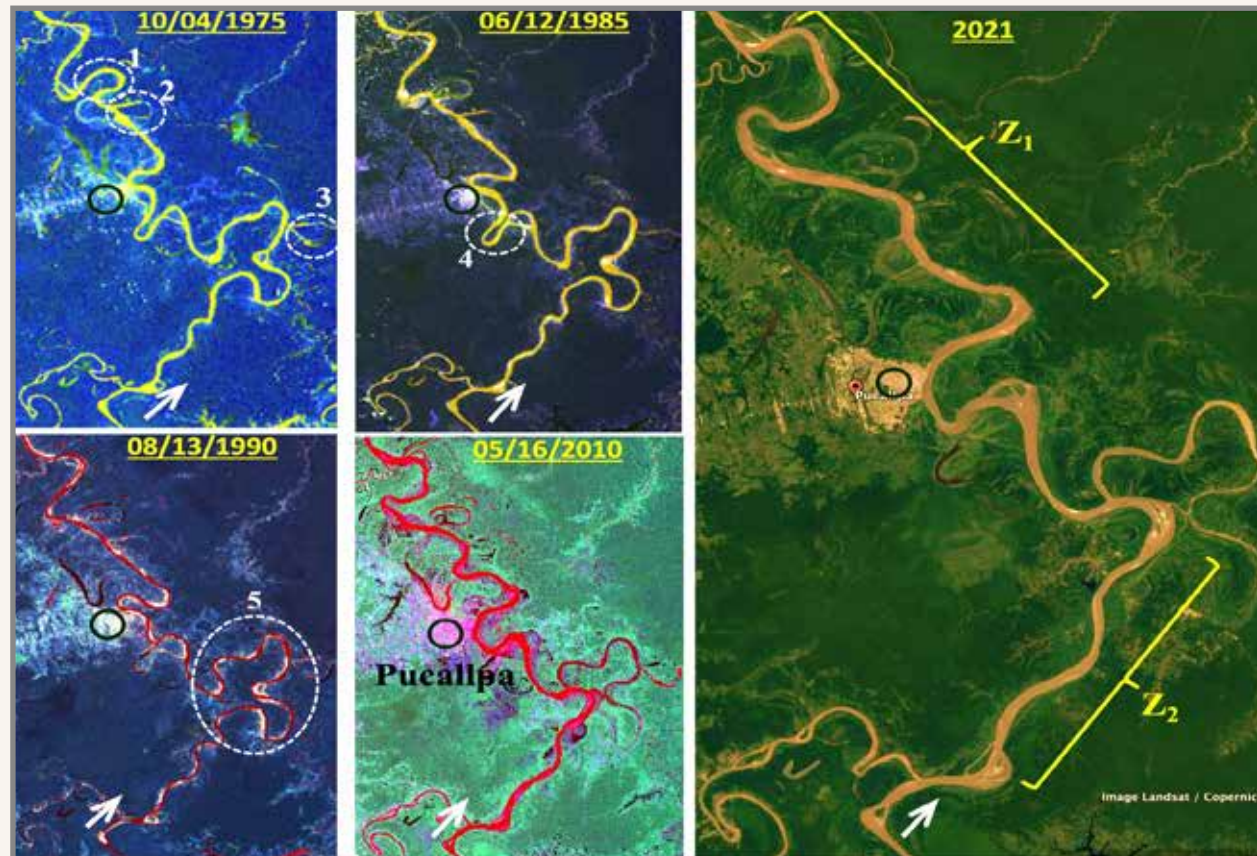


Figura 1. Dinámica planimétrica del río Ucayali, importancia para el puerto de Pucallpa. Elaborado en base a Abad y otros. (2012).

EL FENÓMENO DE EL NIÑO E IMPACTOS EN LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

En esta sección mencionaremos algunos ejemplos donde la ingeniería necesita de la ciencia y donde la hidráulica fluvial es relevante y, quizás, aún no es debidamente articulada e insertada en diversas etapas de los proyectos, en el marco del fenómeno de El Niño Costero 2017. Este evento se presenta periódicamente en la zona del Pacífico sur, siendo de ocurrencia extraordinaria, moderada, y débil. Existen muchas referencias bibliográficas, desarrolladas principalmente por el SENAMHI y el Instituto Geofísico del Perú, que describen los procesos físicos que producen este fenómeno en diferentes zonas, en mar adentro o cerca las costas, lo que repercute en los diferentes eventos del fenómeno de El Niño es que siempre afectan la zona continental donde tenemos mucha de la infraestructura. Por ejemplo, el denominado fenómeno de El Niño Costero 2017 dañó mucha infraestructura, lo que nos demostró que quizás no hemos aprendido de Niños pasados⁵. Algunos ejemplos de infraestructura dañada son:

- El 15 de marzo del 2017, el puente Huambacho que cruza el río Nepeña (conexión Lima-Chimbote) colapsó debido al incremento del caudal de agua y sedimentos, así como también por los procesos erosivos y de deposición en el cauce del río, y los procesos morfológicos planimétricos. Similares casos donde el adecuado entendimiento de la hidráulica fluvial y geomorfología es relevante se dieron en Trujillo (puente Virú, 18 de marzo del 2017), Chacacayo (puente peatonal Javier Pérez de Cuellar, 20 de marzo del 2017).
- Inundaciones en Piura, Chiclayo, Lima y otras ciudades del país, lo que demuestra

que nuestro sistema de drenaje necesita mayor atención.

- Activación de quebradas en Chosica (Quirio, Pedregal, Santa María de Chosica y San Antonio) en 15 de marzo del 2017. En diferentes lugares la activación de las quebradas no solamente afecta la zona urbana, sino también importantes carreteras de comunicación.

Así, podríamos seguir enumerando el daño a la infraestructura debido al fenómeno de El Niño Costero 2017, así como también el daño económico, y listar qué proyectos se están realizando, ahora con la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios, cuya labor es reconstruir y restablecer la infraestructura dañada⁶, pero tomando en cuenta que pronto tendremos otro fenómeno de El Niño. Por ende, solamente se presentarán dos ejemplos donde la hidráulica fluvial y, en particular, la importancia de monitorear los sedimentos en los ríos es relevante en la conceptualización de los futuros proyectos de infraestructura e implementar investigaciones relevantes a estos proyectos⁷.

Como primer caso de estudio tenemos los **huaicos y/o deslizamientos generados en la cuenca del río Rímac y su impacto en hidroeléctricas y la Planta de Tratamiento de Agua - La Atarjea**. Vega-Jacome y otros (2018) describieron la línea de tiempo del desarrollo de infraestructura mayor en la cuenca del Rímac y cómo el caudal de agua se ha ido regulando en el tiempo. Es así que a partir de los años sesenta del siglo veinte, los caudales picos fueron reducidos y, por ende, la capacidad de transporte de sedimentos en eventos extremos y la morfología del río ha ido adecuándose a esta regulación. Entiéndase también que el cauce y planicie de inundación del río Rímac ya venía siendo

⁵ <https://www.nytimes.com/es/2017/03/20/espanol/america-latina/en-medio-de-avalanchas-e-inundaciones-peru-se-enfrenta-a-decadas-de-desarrollo-irregular.html>

⁶ <https://www.rcc.gob.pe/2020/main-home/plan-integral/alcance-general/>

⁷ <https://elcomercio.pe/tecnologia/ciencias/peru-necesita-zar-reconstruccion-investigacion-411661-noticia/>

el río Rímac aguas arriba de La Atarjea tiene un ancho aproximado de 175 m y aguas abajo (antes de marzo 2017), un ancho de 25 m; esa es la luz del puente Talavera que se encuentra muy cerca de La Atarjea. Seguramente, en el diseño del puente Talavera nunca se previó que La Atarjea dejase de funcionar. Sin embargo, el 15 de marzo Sedapal (La Atarjea) dejó de operar y captar agua y sedimentos del río Rímac, y la cantidad de agua ($116 \text{ m}^3/\text{s}$) y sedimentos continuaron su viaje aguas

debajo de la bocatoma. Las características geomorfológicas de un río (ancho, profundidad, pendiente lateral y longitudinal, entre otros) dependen de la cantidad de agua y sedimentos, por lo que a partir del 15 de marzo la geomorfología aguas debajo de La Atarjea recién se estaba adecuando, es decir, el río necesitaba un mayor ancho puesto que todo el caudal del río Rímac estaba transcurriendo por las secciones de un río altamente modificado. Es por ello que, al día siguiente, el 16 de marzo,



Figura 3. a) Vista panorámica del río Rímac cerca a La Atarjea; b) vista aguas debajo de La Atarjea (puente Talavera); c) vista aguas arriba de la bocatoma de La Atarjea. Elaboración propia. Fuente mapa base: Google Earth.

el río naturalmente quiso recuperar su ancho y erosionó uno de los estribos del puente y, consecuentemente, produjo su colapso¹³. Es muy probable que si las lluvias continuaban, otros puentes similares o vías de transporte también se hubiesen visto afectadas, ya que el río Rímac necesitaba recuperar su geometría para transportar una cantidad considerable de agua y de sedimentos. Considerando el caudal histórico más alto registrado ($600 \text{ m}^3/\text{s}$), esto sí hubiese sido fatal para la infraestructura. Como se observa, las demás explicaciones quizás son complementarias y ayudarían a reducir daños en los puentes, pero realmente en ningún momento se entendió y mencionó la implicancia de los procesos naturales y cómo los ríos responden a diferentes caudales de agua y sedimentos, donde las respuestas son inmediatas, como se observó en el puente Talavera. La ingeniería, desde el diseño, debería entender mejor los procesos naturales para luego incorporar escenarios adecuados para minimizar los daños en la infraestructura. Así como este ejemplo, existen casos similares como el puente Virú (Trujillo), que también falló por la erosión en uno de los pilares debido a que la configuración en planta del río en el cruce del puente tenía una curva que incrementó la erosión externa. Hay que recordar que no siempre los ríos cruzan en tramos rectos a los puentes.

CONCLUSIONES

Como se ha descrito en este artículo, existe un déficit de monitoreo de sedimentos y del entendimiento de los patrones geomorfológicos, relevantes para el diseño, planeamiento y ejecución de proyectos de infraestructura fluvial, desde centrales hidroeléctricas que pueden controlar los caudales de agua

y sedimentos (la variable “olvidada”) y, posteriormente, modificar la geomorfología, hasta los dragados e instalación de puertos fluviales sin el conocimiento a detalle de los procesos en los ríos. Este entendimiento y monitoreo debería darse con una mirada de cuenca, con estudios multisectoriales y territoriales, y que tengan una sostenibilidad en el tiempo. Aquí, los principales actores y responsables son las agencias del Gobierno encargadas de la recolección e interpretación adecuada de datos, los cuales deben ser publicados en plataformas de libre acceso. De esta manera, la ciencia podrá interactuar más con la ingeniería de diseño y de construcción. La necesidad de conocimiento y de la gestión de la información es muy necesaria para el éxito de proyectos de infraestructura que cumplan los requerimientos de sostenibilidad.

REFERENCIAS

Abad, J. D., Peralta, B., Paredes, J., Frias, C., Gutierrez, R., Montoro, H. (2012). The meandering Ucayali River, a cyclic adaptation of cutoff and planform migration. *River Flow*, 2012. Setiembre 5-7. San José, Costa Rica.

Corbidi. (2016). *Evaluación de efectos ambientales derivados de la instalación de cinco centrales hidroeléctricas en el río Marañón*. https://www.conservation-strategy.org/sites/default/files/field-file/CORBIDI_Maranon_Paper_2016.pdf

Vega-Jácome, F., Lavado-Casimiro, W., y Felipe-Obando, O. (2018). Assessing hydrological changes in a regulated river system over the last 90 years in Rimac Basin (Peru). *Theoretical and Applied Climatology*, 132(1), 347-362.

¹³ <https://sites.google.com/utec.edu.pe/portal-desastres-sig/an%C3%A1lisis-de-eventos-extremos/analisis02?authuser=0>



CALIDAD DEL AGUA EN PRESAS

PERSPECTIVAS DESDE LA INGENIERÍA



Ing. Albert Johan Mamani Larico*

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua almacenada por represas debe ser considerada en el planeamiento y diseño de un proyecto de almacenamiento, por tal, los problemas que presenten deben ser considerados como una falla parcial del reservorio debido a que los beneficios de la estructura hidráulica no serán totalmente satisfechos (US Bureau of Reclamation, 1987).

En el pasado, los temas de calidad del agua fueron raramente considerados a menos que resultasen un problema consolidado. Recientemente, se vienen realizando esfuerzos para evaluar sus efectos como parte de los estudios de impacto ambiental; sin embargo, como todo aspecto ambiental, la calidad del agua debe ser una parte integral

de los procesos de planeamiento y diseño que logre evitar las fallas relacionadas a la calidad del agua. Para un mejor entendimiento de la dinámica de la calidad del agua en la represa y las técnicas de ingeniería a aplicar, es importante conocer la distribución espacial típica de un embalse y los procesos de mezcla presentes.

CONTEXTO NACIONAL

Perú enfrenta el doble reto de la calidad del agua y la seguridad hídrica, ocasionado por el aumento de la población, que conlleva una mayor demanda de agua y un creciente aporte de contaminantes. Esto se ve reflejado en la disminución del promedio de la disponibilidad de agua por habitante, el cual se redujo de 120 mil a 64 mil m³/hab/año, desde 1985 a 2013, a nivel nacional, siendo cerca de 2 mil m³/hab/año el disponible para los habitantes de la vertiente del Pacífico (ANA, 2013).

En el esfuerzo de asegurar la oferta de agua para el desarrollo nacional, la construcción de represas es la medida recurrente. Los puntos de vista conflictivos, entre impactos positivos y negativos, requieren atención temprana en la fase de planeamiento, asegurando que sean apropiadamente considerados por todas las partes relevantes e interesadas antes de la etapa de construcción.

El inventario nacional de presas registra 743 unidades cuyo principal uso es el agrario. Según el tipo de materia con el que fueron construidas, destacan las presas de gravedad

(294), seguido de las conformadas por materiales sueltos (ANA, 2016). En las represas se ha evidenciado colmatación por sedimentos, problema inherente a todo embalsamiento de agua; problemas de seguridad estructural; eutrofización en las represas de San Lorenzo, Poechos, Tinajones, así como en las represas del sistema de embalses del Chili (El Pañe, Frayle, Aguada Blanca, Dique los Españoles) (IANAS, 2019); desoxigenación (San José de Uzuña); patógenos (Chalhuanka); entre otros.



Estructura de descarga de la represa Aguada Blanca con floración algal. Fotografía: Marco Ríos.

Es claro que cada vaso reservorio presenta problemas particulares propios de su ubicación, condición climática, hidrología y geología; sin embargo, es necesario reconocer que el comportamiento de nuestros reservorios no presenta las usuales características de

cuerpos de agua tropicales (Brasil, Colombia) ni de las zonas templadas (Argentina, Estados Unidos, Europa), sino una combinación de ambos –pero no un tercer tipo, como es creído usualmente, puesto que los principios físicos de mezcla, procesos químicos y biológicos, si bien particulares, son transversalmente comprendidos y sometidos al escrutinio de la ciencia–.

ZONAS

Los procesos físicos que rigen el nivel de contaminación en un reservorio están grandemente diferenciados según dónde tome lugar, de esta manera es útil reconocer las diferentes zonas comunes a embalses que se dan a lo largo de su eje longitudinal (en dirección del flujo principal del agua) y en su eje transversal (ancho o perpendicular al flujo principal). Adicionalmente, en el eje vertical o en profundidad se diferencian zonas dinámicas, que se tratan más adelante en el punto “procesos de mezcla”.

ZONIFICACIÓN LONGITUDINAL

La calidad del agua es usualmente mejor a lo largo del embalse, desde el ingreso del flujo de agua –donde es, generalmente, menos profundo (zona ribereña)– hasta la parte más profunda, en la que suele ubicarse la estructura hidráulica de retención o presa (zona lacustre).



Represa El Pañe con vista aguas abajo. Fotografía: Albert Mamani.

* Ingeniero Ambiental de la Universidad Nacional de San Agustín, especialista en modelación de la calidad del agua y miembro del grupo de investigación Hidrosistemas - UNAS. Con experiencia en evaluación de la calidad del agua, análisis de sistemas ambientales y manejo de base de datos. Estudiante de maestría en Recursos Hídricos de la Universidad de los Andes, Colombia.

La zona de transición separa ambas zonas. La mezcla en la zona rivereña es dominada por la advección y esfuerzo de corte del fondo, y la turbulencia es generalmente disipada en las mismas condiciones. En la zona lacustre, el viento, el seiche, los esfuerzos de corte, la intrusión desde los límites, la descarga, las ondas internas y la disipación de turbulencia generan la mezcla. En la zona de transición, la flotabilidad, resultado de una estratificación estable, previene la mezcla. Por último, en el punto de sumergencia o separación, la flotabilidad comienza a balancear las fuerzas advectivas de las aguas de ingreso.

ZONIFICACIÓN TRANSVERSAL

A pesar de que la zonificación longitudinal está siempre presente, la zonificación transversal presta particular importancia en cuanto la zona litoral o de orilla es marcadamente diferente de la zona limnética o profunda, afectando significativamente los procesos de transporte y calidad del agua, lo cual requiere a menudo trabajos de modelación. En particular, la zona litoral, de baja profundidad y mezclada por el viento, presenta una mezcla vertical completa mientras que la zona limnética es usualmente diferenciada por una parte superficial de alcance de la luz (zona fótica) y una zona donde la luz no alcanza a penetrar (zona afótica) que genera se desarrollen procesos biológicos y térmicos diferenciados con implicancia en la aparición de gradientes de temperatura (estratificación térmica) que domina la mezcla vertical.



Rio Huilachanca, tributario de la represa El Pañe.
Fotografía: Albert Mamani.

PROCESOS DE MEZCLA

EN LAS ENTRADAS DEL RESERVORIO

En las entradas es importante determinar la profundidad de la sumergencia o punto de separación del caudal entrante al reservorio, el cual se determina a partir del número de Froude entrante. Es también importante caracterizar el tipo de flujo: sobreflujo, subflujo o interflujo, determinando su velocidad y espesor a partir de ecuaciones basadas en el número de Froude y la celeridad de onda gravitacional. Un desarrollo detallado de la hidrodinámica presente se encuentra en Martin, McCutcheon y Schottman (1999).

EN LAS SALIDAS DEL RESERVORIO

La magnitud y ubicación de la descarga del reservorio influye no solo en la calidad de agua descargada, sino en la del embalse. Para ello se considera la distribución de velocidades que genera la descarga, la cual presenta su valor máximo cerca de la zona de descarga, hasta cero en los límites de esta zona.

Usualmente, los reservorios tienen tres tipos de salidas o descargas: altas, intermedias y bajas, siendo estas últimas las más favorables para la calidad de agua (Roldán Pérez y Ramírez Restrepo, 2008); sin embargo, para reservorios con una retención hidráulica grande (meses o años), aunque garantizan un volumen constante para el movimiento de las turbinas, se estarán alimentando la mayor parte del tiempo con aguas anóxicas y cargadas de hierro disuelto y ácido sulfhídrico, que causan graves problemas en la casa de máquinas y en la salud de los operarios, al igual que serios daños a la fauna aguas abajo.

EN EL RESERVORIO

Debido a que los reservorios reciben más ingresos de agua, sedimentos y otros materiales que los lagos, reciben también grandes cantidades de contaminantes; sin embargo, justamente por recibir grandes cantidades de agua, la tasa de lavado o *flushing rate* es más rápida en reservorios que en lagos. Por esta razón, los reservorios son impactados negativamente en menor grado por la misma carga contaminante que un cuerpo de agua

embalsado naturalmente (Loucks y van Beek, 2017) updated textbook presents a systems approach to the planning, management, and operation of water resources infrastructure in the environment. Previously published in 2005 by UNESCO and Deltares (Delft Hydraulics at the time). Por otro lado, la estratificación térmica es considerada el fenómeno más importante que afecta la calidad del agua (Mays, 1999).

- Tiempo de retención hidráulica

Este tiempo, en el cual una partícula permanece dentro de un reservorio o cuerpo de agua léntico, es una medida de la tasa de lavado o *flushing rate* y varía de días a semanas en represas no controladas hasta varios años en grandes represas. Usualmente, este tiempo de retención es menor que en los cuerpos lénticos naturales y presenta una importante influencia en los procesos de mezcla y calidad del agua acelerando o retardando los procesos de descomposición y aporte de nutrientes. Prueba de ello es la clasificación de lagos por potencial de eutrofización de Vollenweider (1976), el cual está basado en tres variables: tiempo de retención hidráulica, profundidad promedio y tasa de carga de fósforo.

- Potencial de estratificación

El proceso de mezcla en la dimensión vertical es dominado por el calentamiento de la radiación solar que genera una estratificación térmica y de densidad. Esta es difícilmente alterada por el flujo y el viento. El régimen de flujo, la estratificación térmica y química son aspectos de suma importancia a tener en cuenta en la construcción de embalses. Si bien es cierto se pueden clasificar los embalses según la dinámica de su estratificación térmica, es de interés para el diseño hidráulico determinar su probabilidad de ocurrencia (potencial de estratificación) antes de la construcción. Este potencial de estratificación se puede estimar determinando el número de Froude densiométrico (F_d) establecido por Norton 1968.

Para el análisis de la estratificación en reservorios en operación es recomendable usar el número de Richardson, el cual representa la ratio entre la flotabilidad y el esfuerzo de

corte en la columna de agua (Chapra, 1997), así como indicadores de estabilidad térmica cuyo uso depende de la disponibilidad de datos (Estabilidad de Schmidt (S), Frecuencia de Brunt-Väisälä (N), número de Wedderburn (W), número del Lago (NL), entre otros), los cuales son fácilmente determinados usando el paquete en R "*rLakeAnalyzer*". Para fines prácticos, la termoclina es definida como el gradiente mínimo de temperatura de $1^\circ\text{C}/\text{m}$ (Mays, 1999).

- Procesos internos

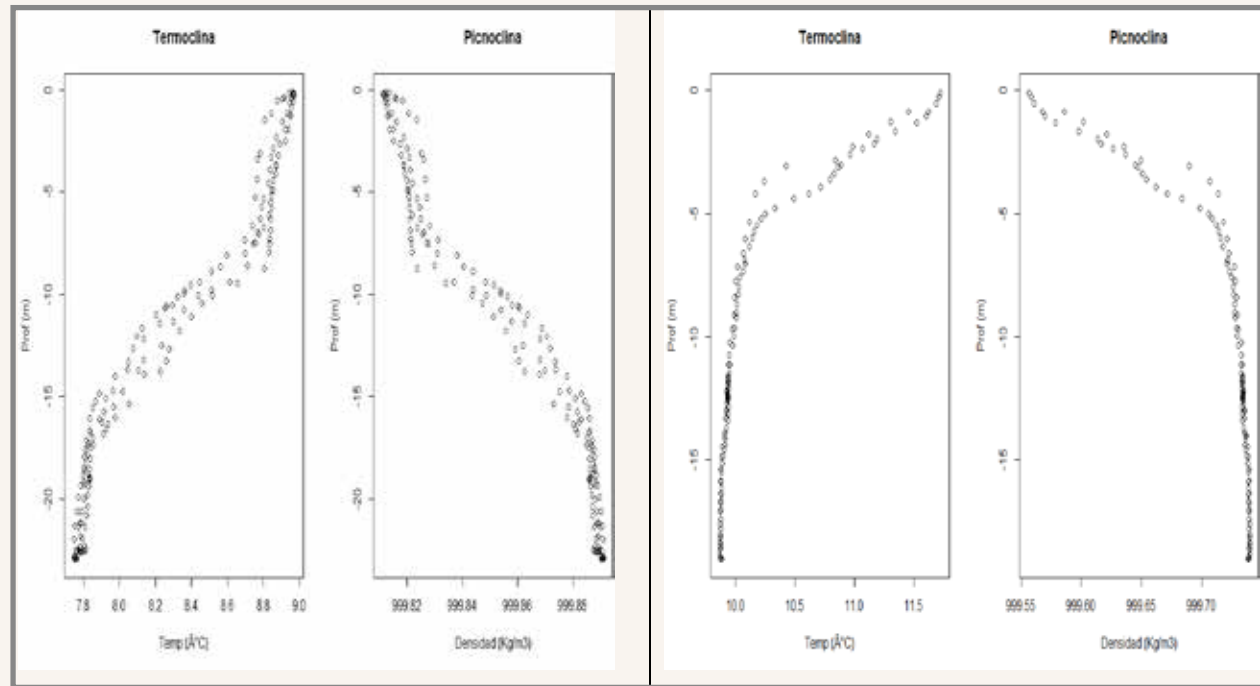
Además de la mezcla generada por los ingresos y descargas, los eventos meteorológicos y la rotación de la Tierra presentan efectos significativos según la dimensión del reservorio. Dentro de los principales procesos están:

- Oleaje generado por viento que propicia un enfriamiento convectivo.
- Circulación de Langmuir, ocasionado por el movimiento cíclico del agua por periodos prolongados de viento.
- El balanceo a gran escala del agua (seiche) y el surgimiento de agua desde zonas profundas (*upwelling*) son producidos por eventos meteorológicos.
- El efecto de Coriolis, producido por la rotación de la Tierra, afecta las corrientes y circulación en cuerpos de agua extensos como el lago Titicaca.

La comprensión de estos fenómenos en nuestros reservorios y lagos, si bien no es sencilla, es necesaria si la gestión actual de los embalses es insuficiente para enfrentar los problemas actuales o futuros.

CONSIDERACIONES HIDRÁULICAS

La calidad térmica, química y biológica del agua es inseparable de las consideraciones de los principios hidráulicos ingenieriles, de ahí el término de hidráulica ambiental mencionado en Mays (1999). Los factores importantes del diseño, operación y análisis de vertederos en reservorios y lagos incluyen:



Termoclina y pícnoclina en la zona de transición de la represa El Pañe del mes de setiembre (izquierda) y octubre (derecha).

- Determinar la estratificación vertical para guiar el monitoreo del embalse y el diseño de la estructura de descarga.
- Localizar el punto de sumergencia o de separación para determinar la mezcla de las aguas de ingreso.
- Calcular la dilución y mezcla del agua de ingreso y el tiempo de viaje a través del reservorio.
- Determinar la calidad del agua de descarga y sus efectos en la calidad del agua del reservorio.

La elevación y el flujo a través de las estructuras de descarga permiten controlar las inundaciones y alcanzar una calidad de agua objetivo. Incluir la estratificación, mezcla y viaje del agua de ingreso en el diseño de la estructura de descarga permite predecir el hábitat de especies acuáticas y dar seguimiento al vertimiento de químicos o inundaciones a través del reservorio (Martin y otros, 1999). Por todo ello se sugiere las siguientes consideraciones hidráulicas, adaptadas de (US Bureau of Reclamation, 1987).

- **Análisis de la calidad del agua:** debido a que la viabilidad de la calidad del agua

debe ser previamente confirmada, es necesario conocer fehacientemente las condiciones naturales antes del proceso de construcción, siendo necesario un programa de monitoreo exhaustivo de por lo menos un año para establecer el comportamiento, variación y línea base de la calidad del agua de forma seria y confiable en un proyecto de almacenamiento de agua.

- **Criterios de diseño y operación:** los criterios de diseño y operación deben ser considerados dentro del reservorio como en sus descargas. Para ello, uno de los factores de mayor impacto es la temperatura, existiendo varias herramientas y modelos confiables que permiten determinar el momento de inicio de la estratificación, la estabilidad y espesor de la termoclina, así como el perfil térmico. Otras herramientas útiles incluyen el modelamiento físico, pruebas de ensayo de algas y simulaciones de fondo anaeróbicos en lagos. Los impactos más visibles son los asociados con la ubicación de las salidas (*multilevel discharges*). En la operación del reservorio es sencillo evaluar los efectos del cambio de tamaño del reservorio, configuración de las descargas o procedimientos de operación,

el análisis de constituyentes no sujetos a simulación directa que usualmente son dependientes de modelos de temperatura y oxígeno disuelto.

- **Consideraciones de diseño:** el factor primario en controlar la calidad del agua es la localización de la presa, la cual debe estar ubicada en la corriente o río de mayor calidad de agua. Como segundo factor de importancia es el tipo de descarga (alta, media, baja o multinivel). El diseño debe ser flexible para lidiar con los problemas de calidad de agua como lo hacen las estructuras de descarga multinivel, el cual provee del control de calidad de las descargas e influye en las aguas dentro del reservorio; sin embargo, esta medida es ineficiente si el reservorio no presenta estratificación (en embalses poco profundos). Por ello, un entendimiento previo de la estratificación es vital en un diseño efectivo. Aunque no se tengan estructuras de descarga multinivel en Perú, incluso en Latinoamérica, es crucial reconocer que la experiencia de este tipo de descargas tienen alto desarrollo experimental y de aplicación, pero debe ser tomado con cuidado por la falta de experiencia regional.

Es importante especificar los objetivos de calidad de agua para establecer un adecuado balance entre la calidad de agua del reservorio y la de aguas abajo. Otros factores de diseño incluyen la extensión de la vegetación dentro del reservorio a ser removida y eliminar fuentes potenciales de contaminación como tajos de mina. Una estructura de amplio uso es el sistema de aireación, el cual permite desestratificar la columna de agua incrementando el oxígeno disuelto, además de reducir la concentración de muchos contaminantes que permanecen en solución bajo condiciones anaeróbicas en el hipolimnion. Otro diseño que provee de beneficios a la calidad del agua es la modificación de turbinas que incrementan el oxígeno disuelto en las descargas a través de la planta de generación, y la instalación de deflectores en la descarga de la presa, el

cual reduce la supersaturación de nitrógeno debajo de la presa que se presenta en grandes reservorios.

REFERENCIAS

ANA. (2013). *Plan nacional de recursos hídricos del Perú: Memoria 2013*. Autoridad Nacional del Agua. Lima: Autoridad Nacional del Agua.

ANA. (2016). *Inventario de presas en el Perú: Primera parte - 2015*. Autoridad Nacional del Agua. Lima: Autoridad Nacional del Agua.

Chapra, S. (1997). *Surface water-quality modeling*. Waveland Press.

IANAS. (2019). *Calidad del Agua en las Américas: Riesgos y Oportunidades*. Gabriel Roldán, Jose Tundisi, Blanca Jiménez, Katherine Vammen, Henry Vaux, Ernesto González y Miguel Doria (Eds.). IANAS. Ciudad de México.

Loucks, D., y Van Beek, E. (2017). *Water resource systems planning and management: An introduction to methods, models, and applications*. UNESCO Deltares (Delft Hydraulics). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44234-1>.

Martin, J., McCutcheon, S., y Schottman, R. (1999). *Hydrodynamics and transport for water quality modeling*. Lewis Publishers.

Mays, L. (1999). *Hydraulic Design Handbook* (4ª ed.). McGraw-Hill Education.

Roldán Pérez, G., y Ramírez Restrepo, J. J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* (2ª ed.). Antioquia: Universidad de Antioquia.

US Bureau of Reclamation. (1987). *Design of Small Dams* (3rd ed.). U.S. Department of the Interior.

Vollenweider A. R. (1976). Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Mem. 1st Ital. Idrobiol.*, 33, pp. 53-58.

LA AGRICULTURA PERUANA: MÁS ALLÁ DEL BICENTENARIO



Dr. Ing. Benjamín Quijandría Salmón*

En vísperas del bicentenario de la República, nos hacemos la pregunta: ¿en qué situación llega la agricultura peruana al cumplirse doscientos años de independencia? Para dar una respuesta debemos analizar las estructuras del agro peruano, y los factores políticos y económicos que han causado su evolución y cambios en el tiempo hasta llegar a su situación actual.

En el sector agrario peruano actual convive una agricultura familiar (AF), compuesta de pequeños y medianos productores, con una

agroindustria exportadora conformada por empresas y agricultores individuales. Según el Cenagro (2012), el total de Unidades Agropecuarias (UA) con tierras ascendía a 2 213 506 unidades. De este total, la AF trabaja 2 156 833 UA, mientras que la agricultura no familiar y empresarial incluye 56 673 UA. Es decir, la AF en el Perú representa el 97 % del total de unidades productivas agropecuarias. En otras cifras, de los 7,6 millones de hectáreas para cultivos agrícolas que posee el Perú, la AF cultiva el 98 % de la tierra agrícola y solo el 2 % es trabajada por cadenas agroindustriales exportadoras.

El actual Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (Midagri) no dispone de estadísticas oficiales específicas¹ sobre el número de UA o productores que pertenecen a las categorías Agricultura Familiar Consolidada (AFC), Intermedia (AFI) y de Subsistencia (AFS). Maletta (2017), usando datos del Censo Nacional Agropecuario del 2012, hace una estimación de la distribución de estas tres categorías. Del total de 2,1 millones de UA, el 5,3 % pertenecen a la AFC; 20,0 % a la AFI y 74,7 % a la AFS. Según este estudio, la mayor parte de la AF del Perú cae en la categoría de agricultura de subsistencia.

¿Qué factores estructurales, políticos y económicos han causado esta evolución y diferenciación? Para dar respuesta a esta



pregunta debemos analizar las políticas y programas que han dado forma e identidad a estos dos sectores.

AGRICULTURA AGROEXPORTADORA: UNA HISTORIA DE ÉXITO

La agricultura exportadora peruana es actualmente competitiva, moderna e innovadora. En poco más de dos décadas, la agroindustria peruana ha experimentado un extraordinario desempeño exportador, con ventas que han ido desde los US\$ 275 millones en 1995, hasta los US\$ 6113 millones en 2018, incluyendo a las exportaciones tradicionales (café y cacao). Es actualmente líder mundial en productividad y volumen de ventas en cultivos tales como espárragos, uva de mesa, arándanos, palta, mango, entre otros.

Los cuatro factores principales que han contribuido a este desarrollo son: (i) la Ley de Promoción Agraria (Ley N° 27360) del 2002 que aprobó las Normas de Promoción del Sector Agrario y que sirvió de catalizador a un crecimiento acelerado de las exportaciones agrícolas no tradicionales, mediante estímulos impositivos y laborales; (ii) la apertura del Perú a los mercados mundiales, mediante tratados de libre comercio; (iii) las inversiones del Estado en obras de riego en la costa; y (iv) el trabajo, la innovación y la inversión sistemática de los empresarios y las empresas del sector

Eso ha motivado que en los últimos quince años las agroexportaciones hayan crecido a un promedio del 14,9 % anual, consolidándose como el segundo motor de la economía del

* Ing. Agrónomo por la Universidad Nacional Agraria La Molina, M.Sc. y Ph.D. por la Universidad Estatal de Carolina del Norte. Profesor principal de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Director del Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agraria. Viceministro de Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura y Riego. Director ejecutivo del Programa Nacional de Innovación Agraria. Consultor internacional. Autor del libro *Hacia una región sin pobres rurales*. Roma: Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, FIDA, 2002.

¹ El Cenagro no hace una distinción por tipología de productores y solo los clasifica por tamaño de UA.



país, al mismo tiempo que se ha convertido en un vital e importante proveedor de alimentos para el mundo, con una oferta de calidad, funcionalidad y sabor, con un posicionamiento competitivo que lo coloca a la cabeza de los productores mundiales de



espárragos, arándanos, palta, uva, plátano orgánico, entre otros. Esta agricultura está en línea con la tendencia global de un mercado con consumidores que optan por una vida y alimentación saludable con productos inocuos y con trazabilidad. Las empresas y agricultores dedicados a la exportación utilizan agricultura 4.0, la que incluye uso de riego tecnificado, variedades de altos rendimientos, tecnología de la información y agricultura de precisión. Recientemente (2020), la Ley de Promoción Agraria ha sido modificada por el Congreso y todavía es muy temprano para evaluar sus efectos sobre la agroindustria, la actividad agroexportadora y el empleo agrícola.

LA PEQUEÑA Y MEDIANA AGRICULTURA FAMILIAR: UNA HISTORIA DE ABANDONO BENIGNO

El sector de la AF se caracteriza por grandes brechas de producción y productividad, altos niveles de pobreza, bajos niveles tecnológicos y muy limitada inversión productiva. De acuerdo con los resultados de encuestas, solo el 25 % de los pequeños y medianos productores introdujeron alguna innovación o cambio tecnológico en su actividad, entre el



2015 y el 2017. En el caso de los productores de subsistencia, aquellos con ingresos agrarios inferiores a la línea de pobreza extrema, el nivel de innovación o de adopción de nuevas tecnologías productivas fue casi nulo. Existe consenso en que los niveles tecnológicos de la AF son bajos y que los niveles de producción y productividad están por debajo de los estándares productivos presentes en la agricultura comercial. Esta situación es causada en parte por la carencia de asistencia técnica (solo el 12 % la recibe) y el limitado acceso a servicios financieros (8 %) (Cenagro, 2012).

Las causas de la situación actual de la pequeña y mediana agricultura familiar son varias y, lamentablemente, se han mantenido sin cambios en las últimas décadas. Entre las más importantes se debe señalar: (i) si bien en el discurso político este sector es considerado a nivel institucional como prioritario por el Midagri, las acciones y programas específicos han distado y siguen distando mucho de cubrir y atender las necesidades y demandas más urgentes de los productores; (ii) la carencia de un sistema de servicios de extensión y

transferencia tecnológica no solo afecta los niveles de producción y productividad, sino que tiene un impacto negativo en el medio ambiente al mantenerse prácticas que lo afectan; (iii) la baja inversión en bienes y servicios de los gobiernos regionales hacia el sector agrícola que mantienen oficinas zonales de agricultura en estado paupérrimo; (v) el bajo nivel de articulación entre el Midagri y los gobiernos regionales y locales; (vi) el nivel de minifundización de la propiedad agrícola; (vii) la incertidumbre legal por el alto porcentaje de parcelas sin titulación; (viii) la carencia de estadísticas básicas de recojo sistemático sobre la AF; (ix) carencias en servicios básicos, conectividad e infraestructura productiva y comercial.

A las causas antes enumeradas hay que añadir el efecto de los procesos políticos históricos, cuyos resultados vienen hasta la fecha afectando a este sector. Entre ellos, los más importantes han sido la reforma agraria, el desmantelamiento de los sistemas de investigación y extensión agraria de los años noventa, y los efectos de la descentralización sobre los servicios agrarios.

La reforma agraria, decretada por el gobierno militar en los años sesenta, trastocó los cimientos de la agricultura peruana. La expropiación de las unidades productivas, la formación de cooperativas, la creación de las Sociedades Agrícolas de Interés Social - SAIS, la creación de Sinamos, todo esto tuvo como resultado la paralización de la producción y la gestión de la propiedad. Este proceso priorizó la distribución de tierras y la búsqueda de la consolidación de los nuevos modelos de propiedad por sobre el desarrollo de la producción y productividad, y desmanteló el Servicio de Investigación y Promoción Agraria - SIPA. En paralelo, la investigación en caña de azúcar y algodón financiada y operada por el sector privado dejó de funcionar. También, como consecuencia de la posreforma agraria, se inició un proceso de parcelación y minifundización de las cooperativas agrarias y las SAIS.

En la década de los noventa, el Gobierno desmanteló el sistema de investigación y promoción agraria (Inipa), privatizando las estaciones experimentales de costa y transfiriendo los sistemas de extensión

al ministerio, el que rápidamente dejó de operarlos.

Finalmente, la Ley de Descentralización transfirió muchas de las acciones del ministerio a los gobiernos regionales, los cuales, sin capacidad humana y con pocos recursos asignados, debilitaron los servicios agrarios ofrecidos a los agricultores locales.

Un hecho importante que merece ser resaltado es que durante la actual pandemia, la pequeña y mediana agricultura familiar, responsable del 80 % de la producción de alimentos, ha permitido el abastecimiento pleno de los mercados urbanos y rurales. Además, durante este proceso se viene manteniendo un nivel adecuado de precios. Esta circunstancia por la que está pasando el país es un buen indicativo de la resiliencia y capacidad de respuesta de la pequeña y mediana agricultura familiar.

LA AGRICULTURA PERUANA HACIA EL TRICENTENARIO

Hecho el análisis de la situación en que se encuentra la agricultura peruana en el bicentenario, las preguntas son: ¿qué se hace

de ahora en adelante?; ¿cómo garantizar que la agricultura peruana, especialmente la pequeña agricultura familiar, encuentre el camino al desarrollo en los próximos quince años?; ¿cuáles son los instrumentos que debe impulsar el Estado para asegurar el desarrollo sostenible y equitativo de la pequeña agricultura familiar?; ¿cómo mantener y mejorar la competitividad y el liderazgo mundial de la agricultura agroexportadora?

El primer paso es reconocer que la agricultura peruana requiere ser valorada como el eje fundamental del sector agroalimentario, en tanto es donde se generan los productos agrarios primarios y otras materias que sirven de insumo básico para las agroindustrias y la industria. Requiere también ser valorada como la principal actividad económica en el medio rural, siendo la mayor fuente de ingresos y empleo de este sector. Adicionalmente, la agricultura tiene una gran responsabilidad en la protección del medio ambiente, la biodiversidad y el agua. Por todo lo anterior, el Estado y la sociedad peruana en general deben estar comprometidos con el desarrollo y sostenibilidad de la agricultura nacional, especialmente aquella generada por las unidades familiares.

A pesar de que la Constitución Política del Perú, en su artículo 88 - régimen agrario, indica:

El Estado apoya preferentemente el desarrollo agrario. Garantiza el derecho de propiedad sobre la tierra, en forma privada o comunal o en cualquiera otra forma asociativa.

Desde su promulgación de esta a la fecha ningún gobierno ha hecho suyo el mandato de "apoyar preferentemente el desarrollo agrario". A lo largo de los años de vigencia de la Constitución, el sector agrario ha sido un sector más, con baja prioridad en el marco de las acciones y operaciones del aparato público.

Como consecuencia de la escasa prioridad del sector, reflejada en una baja asignación



presupuestal del Tesoro Público, un grupo de congresista propuso, sin éxito, una reforma constitucional en el año 2020 en el que se modificaba el artículo 88 con el siguiente texto:

El Estado apoya preferentemente el desarrollo agrario por lo que el Estado invierte anualmente no menos del 5 % del presupuesto público en el sector agrario.

Esta propuesta de reforma expresa la preocupación de legisladores por la situación de la agricultura peruana. Es por las razones expuestas que se requiere que el Estado reconozca la agricultura como uno de los ejes fundamentales de la economía nacional, en tanto es garante de la seguridad alimentaria y la agroindustria.

Además de la gran responsabilidad que tiene la actividad agropecuaria y forestal en la protección del medio ambiente, la biodiversidad y el agua. En este sentido, es fundamental que el Estado diseñe una estrategia y una política que impulse al sector y a la agricultura familiar hacia su desarrollo. Al inicio del nuevo gobierno, el ministro de Agricultura, con apoyo del Presidente de la República, debe iniciar una campaña promocional que cree conciencia de la importancia y el rol de la agricultura en el desarrollo socioeconómico del Perú.





El objetivo de la agricultura peruana es asegurar la seguridad alimentaria nacional, lograr una agricultura rentable y sostenible, reduciendo la desigualdad al interior del sector agrario y en la cadena de formación de precios. Para lograr este objetivo, el listado de las políticas, estrategias y acciones requeridas, de corto, mediano y largo plazo, para transformar la agricultura nacional es muy largo y más allá del alcance del presente artículo. Sin embargo, es importante destacar algunas recomendaciones claves para el plan inicial de gobierno, las cuales han sido identificadas por Caro y otros (2021), las cuales incluyen:

a. Estimular una visión positiva sobre la agricultura en la sociedad. Enfatizar que es indispensable producir alimentos y

contribuir con la salud, generar empleo rural digno y reducir las migraciones, y cuidar el agua para que llegue en cantidad suficiente y calidad adecuada a los consumidores urbanos, con miras a tener un efecto positivo en el cambio climático. El rol de los *influencers*, incluyendo los promotores de la gastronomía, será crítico para promover esta visión.

b. Definir e implementar medidas de políticas integrales y transversales que incluyan a la agricultura. Las políticas económicas, financieras, comerciales, en educación y ambiente no deben discriminar a la agricultura.

c. Extender las redes de conectividad rural y modernizar los sistemas de información. Para hacer más eficientes los

mercados de servicios, insumos, productos primarios y productos finales, para apoyar a las pymes de los sistemas agroalimentarios y, en especial, en la producción primaria.

d. Apoyar la creación de valor agregado en los territorios rurales. Para que el sector no sea solamente un suplidor de productos primarios, sino que además genere más empleos e ingresos rurales y menores pérdidas poscosecha.

e. Democratizar el riego tecnificado mediante una amplia participación de las asociaciones de regantes y juntas de usuarios, en alianza con los gobiernos regionales y locales, como el medio para mejorar la productividad y afrontar la inestabilidad climática. Dándoles también a las organizaciones de regantes otras funciones como la compra colectiva de insumos, servicios y la comercialización de productos, aprovechando el poder que tiene el control del agua.

f. Continuar fortaleciendo los sistemas de sanidad e inocuidad en el comercio transfronterizo. Además, exigir a las municipalidades invertir en infraestructura y mecanismos efectivos de control sanitario para asegurar la inocuidad y reducir las pérdidas de productos en los mercados de abasto urbano.

g. Fomentar la innovación agraria, incrementando el nivel de inversión pública en aspectos estratégicos e implementación de incentivos creativos para la inversión privada.

h. Diseñar e implementar servicios rurales eficientes, con participación del Gobierno central, y los gobiernos regionales y locales, en coordinación con el Sector Privado, crear y operar servicios de extensión, asistencia técnica, crédito y titulación de tierras.

i. Meritocracia en la selección del ministro y los altos directivos. La selección del ministro de Agricultura, la alta dirección y los jefes de los servicios agrarios deberá ser de forma meritocrática y por periodos que aseguren la continuidad de políticas y programas de desarrollo agropecuario y forestal.

BIBLIOGRAFÍA

Apoyo Consultoría y AC Pública. (2018). *Evaluación intermedia del proyecto de consolidación del sistema nacional de innovación agraria – PIP 1. Cuarto Entregable. Informe Final.* Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) - Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA).

Caro, J; Li Pun, H. H.; Palma, V. Pomareda, C.; Quijandría, B. y Salomón, J. (2021). *Innovando el sector agroalimentario en el Perú: Una propuesta ganadora.*

Consortio ProjectA+ SAC Perú e Inova Prospectiva & Estrategia de Brasil. (2019). *Estudio Prospectivo de la Innovación Agraria al 2050. Tercer Entregable: Informe sobre identificación de análisis y tendencias.* Lima: INIA - PNIA.

INEI. (2013). *Resultados definitivos del IV Censo Nacional Agropecuario 2012.* Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri).

INIA (2018). *Rol del INIA en el proceso histórico de la investigación agraria en el Perú.* Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria.

Maletta, H. (2017). La pequeña agricultura familiar en el Perú. Una tipología micro-regionalizada. En *IV Censo Nacional Agropecuario 2012: Investigaciones para la toma de decisiones en políticas públicas.* Lima: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO.

Minagri. (2015). *Estrategia Nacional de Agricultura Familiar 2015-2021.* Lima: Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri). Programa de Desarrollo Productivo Agrario (Agorural), Dirección de Desarrollo Agrario.

Minagri. (Febrero 2019). *El agro en cifras: Boletín estadístico mensual.* Ministerio de Agricultura y Riego - Minagri. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas. Dirección de Estadística Agraria.



GESTIÓN AMBIENTAL EN MINERÍA



Dr. Ing. Osvaldo Aduvire Pataca*

El desarrollo de proyectos mineros genera cambios en el entorno, tanto si son explotaciones a cielo abierto o por laboreo subterráneo, la consecuencia directa de la actividad minera al llevar a cabo la exploración o explotación de un yacimiento modifica el medio físico, que va desde la geodisponibilidad de materiales que pueden alterar la calidad de las aguas y suelos del entorno hasta la emisión de ruido y descarga de partículas finas a la atmósfera, que en caso de no controlarlas pueden afectar la calidad ambiental del lugar.

Para revertir esta problemática, en los últimos años en el sector minero se ha venido implementando una serie de normas, como la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento, la Ley de Recursos Hídricos, la resolución de vertidos para actividades minero-metalúrgicas (LMP), los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, aire, ruido y suelos, normas que regulan el proceso de participación ciudadana en el subsector minero, etc., que junto con otros dispositivos legales de obligado cumplimiento como la legislación de cierre permiten una mejor gestión ambiental en minería y hacen posible el desarrollo de proyectos mineros sostenibles.

Por otro lado, considerando que gestión ambiental es un proceso continuo que forma parte de la política ambiental de cada empresa, constituido por el conjunto normas y actividades encaminadas a desarrollar una operación minera con las mejores técnicas disponibles y sus respectivos controles ambientales. Esta forma de desarrollar proyectos mineros sostenibles incluso está recogida en la Ley General del Ambiente que considera la gestión ambiental a través de la puesta en marcha de instrumentos de gestión ambiental para

planificar, prevenir, controlar, corregir, fiscalizar entre otros: la evaluación del impacto ambiental, los planes de cierre de operaciones mineras, los planes de contingencias, los planes de cierre de pasivos ambientales mineros, los estándares nacionales de calidad ambiental, los límites máximos permisibles, las garantías ambientales, los sistemas de información ambiental, los mecanismos de participación ciudadana, los planes integrales de gestión de residuos, los instrumentos de fiscalización ambiental, el ordenamiento territorial, así como los planes y programas de prevención, adecuación, control y remediación.

Además, es importante tener en cuenta que el desarrollo de un proyecto minero (exploración, explotación y beneficio) hace un uso temporal de los terrenos, requiere certificaciones ambientales iniciales (DIA, EIA_{sd}, EIA_d) para poner en marcha el proyecto y una vez culminada la etapa de operación, tanto si

es exploración o explotación, requiere otras certificaciones ambientales para pasar a la rehabilitación de las áreas ocupadas (cierre y poscierre), a fin de darle un nuevo uso a los espacios recuperados.

Bajo estas circunstancias, la legislación ambiental y social vigente para la minería peruana tiene el propósito de asegurar el desarrollo de proyectos mineros sostenidos que contemplan el control de los impactos en el medio ambiente y en las comunidades del entorno a través de los programas de monitoreo continuos recogidos en las certificaciones ambientales de obligado cumplimiento como son los estudios de impacto ambiental y los planes de cierre, además de los permisos para construcción y las autorizaciones para uso de agua, vertidos, manejo de residuos, certificados de inexistencia de restos arqueológicos y otros.



* Ingeniero de Minas por la Universidad Nacional Jorge Basadre de Tacna. Máster en Hidrología Aplicada por el CEDEX del Ministerio de Fomento de España. Doctor por la Escuela Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. Practice Leader of Geoambiente de SRK Consulting (Perú) S. A., Profesor de FCI-Minas en la Universidad Católica del Perú. Profesor de Postgrado en Universidad Nacional de Ingeniería, Universidad Nacional Mayor de San Marcos y GERENS.

A continuación, se hace un recuento de los instrumentos de gestión ambiental de mayor implicancia en el desarrollo de actividades mineras.

CERTIFICACIONES AMBIENTALES DE INICIO EN MINERÍA

El desarrollo de un proyecto minero requiere contar con una certificación ambiental de inicio y una vez culminada la actividad minera se ponen en marcha otras certificaciones para la etapa de rehabilitación del espacio físico en donde se emplazaron los componentes mineros. En el caso de Perú tenemos normativa general y específica, ambas se tienen en cuenta en el desarrollo del proyecto.

Por un lado, está la legislación general y transectorial en donde se considera la Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental y su Reglamento (Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM), que crea un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales derivados de los proyectos de inversión pública y privados que impliquen actividades, construcción u obras que puedan causar impactos ambientales negativos. Por tanto, existe la obligatoriedad de la certificación ambiental previa al inicio de cualquier proyecto que debe ser categorizado de acuerdo al riesgo ambiental.

Una vez clasificado el proyecto a través de una evaluación preliminar (EVAP), se procede a elaborar su estudio correspondiente según los términos de referencia (TdR), de la siguiente manera: proyectos de **categoría I** no originan impactos negativos significativos y requieren una Declaración de Impacto Ambiental (DIA); los proyectos de **categoría II** pueden generar impactos ambientales moderados que pueden

ser eliminados o minimizados mediante medidas correctoras fácilmente aplicables y requieren un EIA semidetallado (EIAsd). La **categoría III** incluye proyectos cuyas características, envergadura y localización pueden producir impactos ambientales negativos significativos, requieren un EIA detallado (EIAd), para la identificación y evaluación de impactos, la descripción del proyecto de ingeniería como mínimo debe tener un nivel de factibilidad y la línea base ambiental (LBA), contar con un inventario ambiental completo.

Por otro lado, también hay legislación específica del sector minería, tanto para proyectos de exploración (Decreto Supremo N° 042-2017-EM) como para proyectos de explotación y beneficio (Decreto Supremo N° 040 2014-EM). Para estos últimos los diseños de ingeniería deben ir soportados con estudios básicos como geotécnico, geoquímico, hidrología, hidrogeología, suelos, sismicidad y otros.

El Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades de Exploración Minera, Decreto Supremo N° 042-2017-EM, para actividades con menor significancia de impacto ambiental considera una Ficha Técnica Ambiental (FTA) como un instrumento complementario, y para actividades mayores clasifica las actividades de exploración en dos categorías: I y II. Para ello tiene en cuenta el número de plataformas de exploración, el área a explorar y si la exploración es mediante túnel la distancia considerada es mayor o menor a 100 m. Por tanto, para proyectos de exploración minera de categoría I (hasta 40 plataformas), la certificación de inicio es un DIA y un EIAsd para Categoría II (40 a 700 plataformas), la autoridad competente para aprobar estos estudios es el Minem.

En el caso de proyectos de explotación, el Reglamento de Protección y Gestión

CERTIFICACIONES AMBIENTALES PARA INICIO DE PROYECTOS MINEROS: EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN-BENEFICIO		CERTIFICACIONES PARA FINALIZAR
LEGISLACIÓN GENERAL Y TRANSECTORIAL	LEGISLACIÓN SECTORIAL O ESPECÍFICA: REGLAMENTOS Y TÉRMINOS DE REFERENCIA	
LEY N° 27446 Y REGLAMENTO DECRETO SUPREMO N° 019-2009-MINAM EVALÚA: SENACE	EXPLORACIÓN DECRETO SUPREMO N° 042-2017-EM RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 167-2008-DM-TDR RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 108-2018-MEM-FTA EVALÚA: MINEM	EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DECRETO SUPREMO N° 040-2014-MINAM RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 116-2015 MEM -TDR EVALÚA: SENACE
EVAP	FTA	
TIPO I DÍA	TIPO I DÍA	
TIPO II EIAsd	TIPO II EIAsd	
TIPO III EIAd		TIPO II EIAsd
		TIPO III EIAd
		EXPLOTACIÓN: DECRETO SUPREMO N° 042-2017-EM EXPLORACIÓN: LEY N° 28090 DECRETO SUPREMO N° 033-2005-EM DECRETO SUPREMO N° 013-2019-EM EVALÚA: MINEM
		ACTIVIDADES DE CIERRE PdC + FIANZA PdC + FIANZA

Cuadro 1. Certificaciones de inicio y para finalizar de un proyecto minero.

Ambiental (Decreto Supremo N° 040 2014-EM) dispone que pueden ser de categorías III y II porque se considera proyectos que pueden generar impactos ambientales significativos. Para elaborar estos estudios que aprueba el Senace se elaboran con los términos de referencia considerados en la Resolución Ministerial N° 116-2015-MEM. En el cuadro 1 se muestra la interrelación de la legislación general ambiental y las normas específicas del sector minería.

Los proyectos de categoría III son los de explotación y beneficio requieren un EIA detallado (EIAd), mientras que los proyectos de servicio como aprovechamiento de materiales de construcción, almacenamiento de minerales, transporte minero no convencional,

líneas de transmisión eléctrica y otros pueden ser de categoría II y III, según el impacto ambiental que generen y van a requerir un EIAsd o EIAd.

Una vez aprobado para una determinada producción, un estudio de impacto ambiental se constituye como la certificación que permite la construcción y es la base para realizar la petición de permisos, autorizaciones, licencias y otros, pero no autoriza el inicio de la operación minera, actividad que solo puede efectuarse con la aprobación del plan de cierre.

INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL DE CONTROL

Como instrumentos de control se consideran los **estándares de calidad ambiental**, que

son medidas que establecen el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor, que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Son un referente obligatorio en el diseño de las normas legales, las políticas públicas, y el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental; y los **límites máximos permisibles**, que son medidas de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedidos causan o pueden causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la autoridad competente.

Normatividad sobre agua en el sector minero

La legislación contempla recomendaciones para **cuerpos receptores** que son las aguas de cursos naturales ubicadas aguas arriba del área minera, o aguas que discurren en áreas cercanas al proyecto, que representan la base hidrológica de la zona y pueden recibir descargas de mina y que corresponden a lagunas, quebradas y ríos, cuya referencia son los ECA medidos en concentraciones totales, mientras que los **efluentes de mina** son las descargas que se producen desde el interior de las labores mineras, también denominadas aguas de contacto, son referenciados con los LMP.

La norma establece que son referentes obligados en las certificaciones ambientales y el último dispositivo vigente es el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, mientras que los límites máximos permisibles para efluentes líquidos descargados hacia el ambiente por

las unidades minero-metalúrgicas están contemplados en el Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM. La calidad ambiental a considerar en la LBA será determinada con los ECA, por cada punto de vertido considerado en una certificación ambiental debe cumplir con los LPM y por cada punto de vertido a cuerpo receptor se tiene que implementar dos puntos de control referenciados con los ECA de agua, ubicados aguas arriba y aguas abajo de la descarga, este último ubicado a una distancia mayor de la longitud de mezcla.

En la práctica, los contenidos de carga metálica de las aguas de contacto que proceden de una operación minera pasan de concentración disuelta de la Resolución Ministerial N° 011-1996-EM a concentración total en el Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM, haciendo mucho más restrictivo el requerimiento de calidad de los efluentes en el caso de ser vertido al cuerpo receptor.

Regulación ambiental sobre el ruido

Para el control del ruido en el sector minero se emplea como referencia los ECA y los LMP del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, que permiten valorar si se está produciendo o no el deterioro del ambiente y de la salud de los trabajadores. En la evaluación de calidad ambiental de ruido, la referencia obligada son los ECA de ruido publicados mediante Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, los cuales no deben excederse a fin de proteger la salud humana y el ambiente. Los valores límites de ruido están agrupados por zonas de aplicación (industrial, comercial, residencial y especial) y horario diurno o nocturno. Para el caso industrial no debe exceder los 80 dB en periodo diurno y 70 dB en el nocturno.

Para generar un mapa temático de ruido ambiental se requiere una descripción del



funcionamiento del proceso y la planificación de la operación minera, para reconocer las fuentes de emisión de ruidos y determinar las áreas de influencia recogidas en un mapa de isófonas, e identificar los requerimientos o no de medidas de control para que las actividades mineras cumplan con la legislación vigente.

Cuando el ruido ambiental industrial se emite desde más de una fuente y es necesario calcular el efecto combinado de los niveles de presión de sonido de las fuentes simples; obviamente, como el decibelio es una expresión logarítmica, los decibelios no pueden agregarse aritméticamente, por ejemplo: 50 dB y 70 dB no son 120 dB.

Para una evaluación ambiental en caso de ocho fuentes de ruido que tengan niveles de presión de sonido L_p de 73, 75, 88, 82, 85, 88,

85 y 86 dB, respectivamente, el nivel de ruido global equivalente es de 83,9 dB.

Regulación sobre aire

Para conocer el estado de la atmósfera y los posibles efectos de las emisiones sobre la calidad del medio físico es importante la data sobre dirección y velocidad del viento, además de la información de los procesos e instalaciones que se ponen en funcionamiento en la operación minera. La recogida de datos se realiza con equipos de muestreo estandarizados por un periodo de tiempo de 24 horas en cada punto de monitoreo cuyos resultados son referenciados con los LMP y ECA en muestras filtradas o sedimentadas.

El control de emisiones a la atmósfera está regulado legalmente, de forma que

no se pueden emitir determinados gases o cantidades de partículas por encima de ciertos márgenes establecidos, para evitar o minimizar en lo posible los riesgos derivados de la presencia de los mismos en el aire que respiramos. Mediante Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM se aprobaron los Niveles Máximos Permisibles de Anhídrido Sulfuroso, Partículas, Plomo y Arsénico presentes en las emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero-metalúrgicas. En cuanto a los ECA de aire, el último dispositivo vigente es el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, referente obligatorio para la aplicación de los instrumentos de gestión ambiental.

Para estandarizar los criterios técnicos del monitoreo ambiental del aire se ha publicado el Decreto Supremo N° 010-2019-MINAM que aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire. También se debe tener en cuenta el Decreto Supremo N° 009-2003-SA que define los diferentes estados de alerta para contaminantes de aire basados en las concentraciones críticas (PM₁₀, SO₂, CO y H₂S). Estos estados de alerta se han agrupado como: de cuidado, de peligro y de emergencia.

Por lo general, se utiliza un muestreador de alto volumen para PM₁₀, PM_{2,5}, Pb, As, Cu, más trenes de muestreo dinámico para la captación de los gases CO, NO₂ y SO₂. Los resultados de los parámetros analizados se expresa en microgramos por metro cúbico de aire (µg/m³) a condiciones estándar de temperatura y presión.

CERTIFICACIONES PARA FINALIZAR LA OPERACIÓN MINERA

Una vez concluido el ciclo minero, hay que rehabilitar las áreas que ocuparon los componentes e instalaciones del proyecto minero. Para esta etapa de cierre y poscierre

se requiere otra certificación ambiental denominada Plan de Cierre, con legislación específica como la Ley de Cierre de Minas, Ley N° 28090, y su modificación (Ley N° 28507) y el Reglamento para el Cierre de Minas, Decreto Supremo N° 033-2005-EM y sus modificaciones: Decreto Supremo N° 035-2006-EM, Decreto Supremo N° 045-2006-EM y Decreto Supremo N° 013-2019-EM, que consideran para proyectos de explotación y beneficio elaborar un plan de cierre con presupuesto y garantía, cuyo monto para estimar la fianza contempla el costo de cierre final y poscierre, dejando fuera el costo de cierre progresivo que se ejecuta durante la vida operativa de la operación minera.

Según la legislación vigente para proyectos de exploración, el Decreto Supremo N° 042-2017-EM, que derogó el Decreto Supremo N° 020-2008-EM (cuadro 2), una vez concluido los trabajos de exploración se procede a ejecutar las actividades de cierre para rehabilitar las áreas alteradas, principalmente las plataformas y los accesos. A diferencia de los proyectos de explotación y beneficio en los proyectos tipo I y II de exploración, no se recurre a un plan de cierre con imposición de fianza o garantía. Salvo excepciones, en donde los proyectos de exploración tipo II con EIA sd deben tener un plan de cierre con imposición de fianza similar a un proyecto de explotación, esto se presenta cuando los proyectos de exploración consideran la construcción de túneles de exploración mayores a 100 m de donde se extrae volúmenes significativos de materiales de excavación, considerados residuos mineros, que se depositan en superficie y esta cantidad de material a depositar en botaderos debe ser mayor a 2000 t de material PAG o mayor a 10000 t de materiales No PAG. Cuando los proyectos de exploración pasan a explotación se puede diferir el cierre de algunos componentes (no se cierran), ya que

DECRETO SUPREMO N° 020-2008-EM RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 167-2008-MEM (TDR)	DECRETO SUPREMO N° 042-2017-EM RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 108-2018-MEM (FTA)
	FTA: PARA PROYECTOS EXPLORACIÓN CON IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS NO SIGNIFICATIVOS APROBACIÓN AUTOMÁTICA, PREVIA OPINIÓN DE LA AUTORIDAD (EVALUACIÓN Y APROBACIÓN)
TIPO I DIA (APROBACIÓN AUTOMÁTICA) MENOS 20 PLATAFORMAS MENOS 50 M LONGITUD DE TÚNELES MENOS DE 10 HECTÁREAS	TIPO I DIA (IMPACTOS LEVES) HASTA 40 PLATAFORMAS HASTA 100 M LONGITUD DE TÚNELES HASTA 10 HECTÁREAS
TIPO II EIA SEMIDETALLADO (EVALUACIÓN PREVIA) MÁS 20 PLATAFORMAS MÁS 50 M LONGITUD DE TÚNELES MÁS DE 10 HECTÁREAS	TIPO II EIA SEMIDETALLADO (IMPACTOS MODERADOS) DE 40 A 700 PLATAFORMAS MÁS DE 100 M LONGITUD DE TÚNELES MAYOR A 10 HECTÁREAS

Cuadro 2. Comparación de la tipificación en los últimos dispositivos legales para proyectos de exploración minera.

su cierre se presupuesta en el plan de cierre del proyecto tipo III al final de su vida.

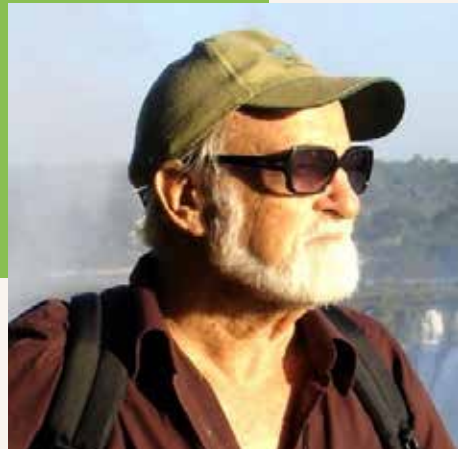
En los planes de cierre, la rehabilitación de las áreas que ocuparon los componentes mineros hay que asegurar la estabilidad física, química, hidrológica y biológica, uno de los mayores problemas para lograr la estabilidad de los residuos mineros como relaves y desmontes con potencial de generación de acidez (PAG) es el contacto con oxígeno y agua, por tanto, para alcanzar la estabilidad química se recurre al empleo de barreras o coberturas impermeables que están conformadas por una capa impermeable de arcilla o GCL colocada sobre los relaves, sobre la que se coloca una capa de material drenante que evacua el agua de infiltración que atraviesa la capa de suelo orgánico que soporta la vegetación.

Para el diseño de la cobertura se recurre al modelamiento de balance de agua con algún *software* como el HELP (Hydrologic Evaluation

of Landfill Performance) al que se ingresa información como: datos meteorológicos que pueden ser medidos en campo o tomados de la base de datos de una estación meteorológica ubicada cerca del emplazamiento del depósito de relaves y propiedades de los materiales de cada una de las capas que van a conformar la cobertura, como resultado obtenemos, mediante simulación, los espesores de las capas de la cobertura.

En el diseño de las coberturas tiene gran importancia la vegetación, porque ayuda a estabilizar los suelos y a manejar de forma equilibrada el agua de lluvia sobre las superficies rehabilitadas. Por tanto, va a controlar los procesos erosivos, la infiltración, la evapotranspiración y la humedad en las capas de la cobertura. La vegetación que se recomienda para este fin es de las especies nativas de la zona, debido a que, junto con los suelos, se han adaptado a las condiciones climáticas del lugar.

PARA MÍ, LA AMAZONÍA ES UNA RAZÓN DE VIVIR



Dr. Ing. Marc Dourojeanni Ricordi*

Por: Fátima Saldonid

Desde siempre, la Amazonía peruana ha sido un lugar mágico lleno de historias, situaciones, conflictos, ideas, proyectos, fracasos y pocos éxitos. La Amazonía representa el 60 % del territorio nacional. Es un lugar único, magnánimo, donde se mezcla lo asombroso con lo verde, lo sorprendente con sus habitantes, lo inimaginable con sus ríos y lo incomprensible con sus retos. La Amazonía nos pertenece, es parte de nuestra identidad, de nuestro ADN y, a pesar de ello, a veces la ignoramos o la sentimos tan distante.

Pero hay alguien que siente la Amazonía peruana de otra forma. Para él es vida, es pasión, entrega, reto, emoción, es el espacio

natural donde todos los componentes se unen armoniosamente, es la tierra que tiene tanto para darnos y que necesita urgentemente de nosotros.

Hablamos del ingeniero agrónomo y forestal, doctor Marc Dourojeanni, profesor e investigador que ha dedicado su vida al estudio del desarrollo amazónico. Ha publicado, muy recientemente, tres nuevos libros sobre la Amazonía. Esos libros, entre muchas otras publicaciones, han aportado significativos conceptos y revelaciones sobre lo que fue, es y será la Amazonía peruana.

Dr. Dourojeanni, con toda la experiencia que usted tiene, lo estudiado y lo vivido, ¿cuál es su visión hoy de la Amazonía?

Es un enorme espacio que contiene una de las expresiones de vida más complejas y fascinantes de la Tierra. Es, también, una tierra en la que el pasado aún choca con el presente y donde todavía se producen encuentros, los últimos, como los que marcaron el descubrimiento europeo de América. Y tal como entonces, esos momentos son marcados por el abuso y el maltrato tanto a la población original como a la naturaleza. La selva todavía es una tierra de aventuras tanto para quien hace las cosas bien, como para aquellos que por desgracia son demasiados, que solo piensan en robar o en explotarla como si fuera inagotable.



La Amazonía es el bioma más diverso del planeta. Ocupa la mayor parte de América del Sur.

La cuenca amazónica (7 584 000 km²) conserva el bosque tropical húmedo más grande del mundo y como bioma es célebre por su enorme biodiversidad. Comprende gran parte del norte de Brasil y el este del Perú, y se amplía hasta Ecuador, Colombia y Venezuela, y al sur hasta Bolivia, cubriendo parte de nueve países de Sudamérica. Está entrecruzado por multitud de ríos, incluido el Amazonas, el más caudaloso del planeta. La Amazonía del Perú es la segunda más grande después de la brasileña.

La Amazonía peruana o selva del Perú, aunque todavía relegada, ya no es una región tan aislada y abandonada por el Gobierno Central. Ahora existen carreteras que permiten el acceso a gran parte de ella y la población creció bastante siendo ya más urbana que rural. Los indígenas amazónicos, aunque poco numerosos y antes ignorados, han ganado un papel político de primer orden gracias a su organización y los que fueron reconocimientos incipientes de sus derechos se ha convertido en reclamos territoriales considerables. Ellos son ahora protagonistas, quizá los más activos y bien equipados de la política regional. El aporte económico de la

selva sigue siendo muy inferior a su potencial, pero pasó de insignificante a ser cada vez más significativa. La tímida regionalización de más de veinte años antes se ha convertido en verdaderos gobiernos departamentales, que aunque muy imperfectos ya consiguen influenciar mucho el futuro de sus habitantes. Y estos reclaman más, mucho más que antes.

Brasil es el país que alberga la mayor parte de la selva amazónica y siempre hemos mirado hacia la frontera como un ejemplo del manejo adecuado de la Amazonía. ¿Cómo ve usted este paralelismo?

En lo geopolítico, es obvio que el poderío y la influencia del Brasil en Sudamérica y en la Amazonía del Perú es considerable. Y lo ha sido desde los tiempos coloniales, pues es más fácil navegar río arriba que bajar de los empinados Andes. Desde siempre, sus diplomáticos, militares y planificadores desarrollaron tentativas de poner el pie en la Selva peruana. Gran parte del Acre era peruano hasta comienzos del siglo XX. Ahora, Brasil tiene influencia gravitante en mucho de lo que acontece en la Amazonía del Perú. Sus empresas estudian y construyen gran

* Ingeniero Forestal y Agrónomo. Doctor en Ciencias. Profesor emérito de la UNALM. Ocupó diversos cargos públicos en el Perú y trabajó para el Banco Mundial y el Banco Interamericano, donde fue el primer jefe del Departamento de Medioambiente. Es autor de 22 libros y numerosos artículos sobre la Amazonía y su conservación.

parte de las obras y conducen muchas de las explotaciones de recursos, sus bancos financian o respaldan los emprendimientos y sus empresas públicas operan varios de esos negocios que, en general, son mucho más interesantes para ellos que para los peruanos.

La Amazonía peruana está íntimamente asociada al resto de la Amazonia, pero especialmente a la brasileña. Brasil y el Perú suman el 81% del territorio de la Amazonía, y aunque diez veces menor que la brasileña, la Amazonia peruana es la que tiene más influencia ecológica, en ésta, principalmente por ser el lugar de nacimiento del río Amazonas y de muchos de sus principales tributarios, es decir por poseer la mayor parte de la cuenca alta y media de la Amazonía, donde se encuentran los bosques que regulan el flujo de las aguas que alimentan los grandes ríos. De otra parte, como he dicho, el Brasil es el país que tiene más influencia política y económica en el destino de la Amazonía peruana. Por ejemplo, el presidente Bolsonaro es quien relanzó, unas semanas atrás, la propuesta un tanto relegada, de la Carretera Interoceánica Central, que es una pésima idea.

Sin embargo, a pesar de que el Brasil deforesta mucho más que el Perú, nos lleva mucha ventaja en la investigación y en su aplicación para el manejo integral de la Amazonía. Hay mucho por aprender de ellos, aunque en estos últimos años, con las lamentables políticas ambientales –o falta de ellas– del presidente Jair Bolsonaro, el país esté retrocediendo. Ese es un tema complejo. Sin embargo, el Perú le lleva mucha ventaja al Brasil en la conservación de áreas naturales protegidas y, en cierta forma, en relación con el tratamiento de las poblaciones indígenas

Hay muchos conceptos sobre la Amazonía peruana que se repiten y se encuentran en la creencia colectiva como, por ejemplo, que es un territorio inexplorable y listo para ser descubierto

Si, hay muchos mitos sobre la Amazonía. Muchas medias verdades, así como datos



La Amazonía fue ocupada hace tanto tiempo como el resto del continente, inclusive por grandes desarrollos culturales. Machu Picchu, por ejemplo, está en la cuenca amazónica.

muy curiosos e interesantes que deberían ser parte de la enseñanza escolar. Por ejemplo, muy pocos saben que gran parte del agua que se usa en la costa y en la sierra proviene de la recarga de los glaciares con el agua que traen las nubes amazónicas. Tampoco han escuchado hablar de los ríos voladores formados por la transpiración de los árboles amazónicos que lleva un caudal de agua tan grande como el que el río Amazonas desagua, pero en sentido contrario, chocando con los Andes y derivando hacia el sur del continente, donde permite el desarrollo agropecuario de Brasil y Argentina. La Amazonía es hermosa y compleja, podríamos quedarnos horas describiendo extensamente su geografía, su ecología, su economía, su sociedad, su historia. Pero algo que hay que decir y reconocer, es el errado carácter humano y por algunas civilizaciones importante. En efecto, no podemos quedarnos en el imaginario de un espacio habitado solo por indígenas tribales. Allí también se han desarrollado grandes culturas como por la Chachapoyas, en el norte, que ocupó, por ejemplo, la región del Pajatén. Los Incas, entre otros, también ocuparon partes de la Selva (Machu Picchu y Choquequirao, entre otros). Otras estuvieron en las pampas de Mojos, en Bolivia, y a lo largo del río Amazonas.

De otra parte, muchos aún creen que la Amazonía es el pulmón del planeta, lo que es falso. Pero, en cambio, es un enorme reservatorio de carbono en el bosque y en el subsuelo que, si se libera, acelerará el cambio climático.

¿Qué me puede decir, entonces, sobre las primeras sociedades amazónicas?

La Amazonía fue ocupada casi al mismo tiempo que otras partes del continente. Entre seis y ocho mil años atrás comenzaron a desarrollarse asentamientos humanos significativos. Parte de ellos, como he dicho, alcanzaron desarrollos culturales muy importantes. El caso de las grandes culturas hidráulicas de Bolivia y de Acre es muy importante. Estas, como las de piedemonte andino, transformaron significativamente el ecosistema original, o sea, provocaron impacto ambiental. La selva, como he dicho, era conocida por varias grandes culturas antiguas peruanas, de norte a sur. Gran parte de las antiguas culturas amazónicas de Bolivia y Brasil desaparecieron de modo un tanto misterioso un tiempo antes de la llegada de los europeos. Es un caso parecido al de la cultura Maya, en América Central. Esas grandes culturas, a lo largo de la historia, compartieron el territorio con otros grupos que prefirieron la vida tribal, más natural. Es decir, pueblos forestales con o sin agricultura, cazadores, pescadores y recolectores itinerantes y que son, en realidad, los mismos indígenas amazónicos que hoy conocemos y que aún viven en esos mismos territorios. Como es obvio, siempre hubo una relación entre esos pueblos, con una gradiente compleja en el tiempo y en el espacio, y no es siempre posible diferenciarlos completamente.

Hemos visto que hay una nueva corriente que afirma que debemos de mirar la Amazonía desde una visión socioambientalista, qué es eso y cómo la definiría.

Si es aplicado con moderación el socioambientalismo no es tan diferente del ambientalismo. Pero se le puede definir como una co-

riente conceptual que pone al ser humano en el centro, híbrida entre el ambientalismo, que se basa en la ecología y en la economía y, de otra, el humanismo, basado en las ciencias sociales, en especial sociología y antropología. Aplica la utopía del desarrollo sostenible, es decir, aplica la idea de que es posible desarrollar sin afectar el ambiente natural. Y eso es casi imposible.



La explotación desordenada de la Selva no ha evitado que predomine la pobreza extrema.

Se autodenomina como “ambientalismo con conciencia social”. En la actualidad, el socioambientalismo ha sustituido en gran medida al ambientalismo y a sus técnicas que, inclusive, en muchos casos pasaron a ser vistas como retrógradas, como en el caso de las áreas naturales protegidas. Pero este híbrido, como todos, es infértil, es decir que no funciona bien ni para lo social ni para lo ambiental.

Para el socio ambientalismo los usos “capitalistas” o “neoliberales” de los recursos naturales son siempre negativos mientras que los mismos usos, resultantes en deforestación, erosión de suelos, quemas e incendios forestales, pérdida de diversidad biológica o cualquier otro impacto, son tolerables y hasta deseables, si son practicados por los pueblos originales, los campesinos tradicionales o diferentes niveles de pobres rurales, apoyados la izquierda. Del mismo modo, el socioambientalismo es enemigo declarado de la caza con fines deportivos o comerciales, a

las que consideran actividades depredadoras y crueles, pero sostiene que la caza por parte de las poblaciones tradicionales es una bendición para la presa. También cree que estas poblaciones nunca cazan hasta agotar las presas y que solo lo hacen para su propio consumo. No quieren saber que ya está bien demostrado que los indígenas, como cualquier otro grupo humano, pueden cazar en exceso. En resumen, asumir que la destrucción del ecosistema y de la biota es "diferente" en función de quién la realiza es una característica muy propia del socioambientalismo.

Dicho de otra forma, es un concepto que afirma que lo más importante que la tierra es el hombre y que este, en gran medida, es un factor de mejoría de la naturaleza. Yo no comparto ese concepto. Prefiero hablar de desarrollo durable o ecodesarrollo. Es decir, una visión donde se pueda mantener el equilibrio entre el recurso y el desarrollo humano, reconociendo que, si la población crece y sus demandas aumentan, inexorablemente afectaremos cada vez más al ambiente.

¿Cómo mantener el desarrollo sin alterar la naturaleza?

Hay que entender que el desarrollo de las civilizaciones se hace inevitablemente a expensas de la naturaleza. Cuando el hombre errante o nómada pasa a ser sedentario



La deforestación innecesaria es el principal problema para la selva peruana. Sin embargo, hay más de 7 millones de hectáreas deforestadas y sin uso en esa región.

necesita sustituir los bosques para implantar agricultura y ganadería, es decir destruir la naturaleza. No existe otra alternativa. Debe ocupar el espacio que antes estaba habitado por árboles, es decir, debe deforestar para producir el volumen de alimentos que antes sacaba del bosque, pero sobre grandes espacios por los que deambulaba. A medida que su población aumenta, debe deforestar más y más.

En el caso del Perú se está rompiendo el balance entre deforestación y tierras de uso agropecuario y minero. Ya de ha deforestado más del 18 % de la selva, no menos de 10 millones de hectáreas. Los científicos indican que si se pasa del 20 % la bioma entrará en un proceso de no retorno hacia la desertificación progresiva, la que, además, es incentivada por el cambio climático. Eso sería catastrófico. Cada año apenas se usan unos 3 millones de las hectáreas ya deforestadas. Es decir que hay por lo menos 7 millones de hectáreas con acceso vial y deforestadas que no producen nada, casi abandonadas. Pero en 2019 se deforestaron 190 000 hectáreas más ¿para qué? Además, cada hectárea en producción (café, arroz, cacao o palma, entre tantos otros cultivos) producen de 20 a 40 % menos de lo que podrían si se usara tecnología agropecuaria bien conocida. Es decir, que no se necesita cortar un solo árbol más para alimentar a todos los peruanos... por lo menos durante las próximas dos décadas. Vaya a explicar eso a los políticos que quieren botar la mano en el dinero de las nuevas carreteras cortando bosques, y, claro, en la madera y el oro.

La respuesta a su pregunta es, simplemente, en la selva hay lugar para desarrollo y conservación. Todo es cuestión de mantener el equilibrio entre ambos lados de la ecuación.

Usted ha mencionado una cultura propia de la Amazonía. Podemos encontrar en estos momentos diversos pueblos amazónicos como los ashánikas, los matsigenka, los awajún, etc., todos con una característica

propia, la cual ahora se conoce, pero también hay grupos de indígenas no contactados. ¿Qué debemos de hacer como política pública con estos hermanos peruanos sin alterar su cultura, pero reconociendo que somos todos parte del Perú?

La verdad, creo que existen ya muy pocos grupos "no contactados". Existe, actualmente un intercambio social, económico y cultural entre las diversas poblaciones amazónicas originarias, las no contactada y las otras. Ahora, sobre qué hay que hacer con ellos es un tema delicado y, personalmente, creo que la política peruana actual es buena. Es decir, no forzar el contacto, pero no evitarlo si parte de ellos mismos. Mientras tanto, hay que protegerlos contra invasores, cazadores, narcotraficantes, mineros y madereros. Una vez integrados, debemos de enfocarnos en dos puntos. El primero es reconocer su territorio, su derecho a la tierra y al usufructo de los bosques. Sin seguridad sobre la tierra es imposible brindarles oportunidades de desarrollo dignas. La referencia a su territorio está ligada al cuidado del medio ambiente, a esa concordia que existe en su cosmovisión.

En segundo lugar, hay que brindarles asistencia técnica y financiera. Tienen tierra y tienen bosques y ríos, pero sin apoyo técnico y financiero no pueden aprovecharlos sosteniblemente y competir en el contexto socioeconómico nacional. Es indispensable guiarlos, lograr emprendimientos productivos. Los indígenas ya son en cierta forma los dueños de 12 millones de hectáreas, es decir, el 20 % del territorio amazónico. Con asistencia técnica y económica ellos podrían producir bienes valiosos y, especialmente, servicios ambientales vinculados al cambio climático. Ese es un tema del cual todos hablamos y pocos hacemos algo.

Es una situación muy complicada porque, además la Amazonía no solo se enfrenta a los madereros, sino a la minería informal, a la explotación infantil, al narcotráfico y al terrorismo...



La minería ilegal es un grave problema por la deforestación y la contaminación de los ríos, especialmente por mercurio.

Por eso le decía que la Amazonia no se puede ver sólo como un problema ambiental, menos aún a partir de conceptos equivocados, tal como en el citado caso del "pulmón del mundo" o de la "tierra virgen" llena de "indios bravos". La Amazonía tiene una realidad ecológica, social, económica y política muy compleja, que no acepta soluciones simples. Hace algunos años se creó el Ministerio del Ambiente, lo que fue una gran iniciativa. Vale recordar a Antonio Brack, un gran educador y científico, quien siendo de origen amazónico fue el primer ministro de esta cartera. Sus esfuerzos, y los de los demás ministros en ese sector, han sido un gran paso adelante para un desarrollo más equilibrado de la Amazonia. Sin embargo, la falta de sintonía intersectorial en el Gobierno y la profusión de leyes teóricas y sin recursos para ser aplicadas, sin hablar de la corrupción, las han hecho poco efectivas.

La Amazonía se enfrenta diariamente a las amenazas que usted ha mencionado y todo esto es posible porque a pesar de que estamos camino a cumplir los doscientos años de independencia el Estado siempre ha relegado a la Amazonía, es por eso que el cultivo coca o la minería ilegal, así como la proliferación de carreteras informales y la invasión de bosques

por agricultores informales ha sido tan grande. Tenemos que entender que el futuro de la Amazonía debe ser visto desde un punto multisectorial, donde los diversos ministerios actúen coordinadamente, solucionando los problemas y, ellos mismos, obedeciendo políticas concertadas y las leyes vigentes. En la actualidad, los Ministerios de Agricultura y de Transportes son los principales causantes de la deforestación. Y el de Minas es el gran promotor de la minería ilegal. El problema es la falta de autoridad para ordenar las acciones del propio gobierno y su incompetencia para controlar la informalidad generalizada.

Somos un país diverso, con muchos suelos, con diferentes climas, diferentes regiones, diferentes culturas. En el caso peruano, ¿usted diría que la biodiversidad es una ventaja o una desventaja?

Hablando en términos económicos, la gran biodiversidad existente en el territorio peruano es una ventaja, pues permite producir muchos productos diferentes, muchos de ellos raros y, por tanto, muy valiosos en mercados internacionales, adaptados a un territorio igualmente complejo. También es ventaja, por ejemplo, para generar los medicamentos y otros miles de productos indispensables para la humanidad, conocidos y más por descubrir. Pero, asimismo, es una desventaja. El caso de los bosques, es un buen ejemplo de eso. Hay unas 2500 especies de árboles en la selva, pero en cada hectárea hay apenas unos pocos ejemplares de cada especie. Atender la demanda comercial, en general, de grandes volúmenes se convierte en un problema serio, muchas veces insoluble. Países con enormes bosques de pocas especies de coníferas tienen tremenda ventaja para atender la demanda. Del mismo modo, países con tierras homogéneas y muy fértiles, por ejemplo, las pampas argentinas, también tienen ventaja para producir unos pocos cultivos sobre grandes extensiones.

De otra parte, el hecho de ser el bosque amazónico tan biodiverso y de ser tan importante para la generación de servicios ecosistémicos (ciclo hidrológico, fijación de



Los bosques de neblina son esenciales para la regulación del flujo hídrico y por su biodiversidad extrema.

carbono, etc.) hace que la utilización del bosque sea muy compleja y costosa, reduciendo la competitividad frente a países con bosques homogéneos o plantaciones, como Chile y Brasil. El Perú debe plantar más bosques para producir madera industrial.

¿La Amazonía es un espacio destruido y de bosques naturales alterados o es una región que contribuye a la economía nacional?

No es ni una cosa ni otra. Es un espacio que, lamentablemente, está siendo destruido. Pero aún existe mucho bosque en estado casi natural. Se sigue deforestando bosques valiosos (unos tres millones de hectáreas en los últimos veinte años) y la mayor parte de su madera es simplemente quemada. A la deforestación se suma la degradación de los bosques. La explotación maderera desperdicia hasta el 60 % de la madera de los árboles que corta. Pero la situación de los recursos hídricos es mucho peor por la sobrepesca y la contaminación minera y petrolera.

Por otro lado, la selva ya aporta mucho a la economía nacional, pero podría aportar muchísimo más si se le trabajara correcta y plenamente y sin degradarla más. Bastaría, por ejemplo, utilizar toda la tierra deforestada y practicar un verdadero manejo forestal sostenible. Pero también tiene potencial para muchas otras actividades económicas sin descartar minería y energía bien hechas.

¿Cuál es el peor enemigo de la Amazonía?

El gran y principal enemigo, desde mi punto de vista, es la informalidad. El que la selva sea “tierra de nadie” donde se aplica la mal llamada “ley de la selva”. En ella, la minería, la ocupación de la tierra por agricultores, la extracción de madera, la expansión urbana, la caza y la pesca son todas ilegales o informales. Sin hablar de narcotráfico y contrabando. El Estado siempre llega tarde. Le doy un ejemplo, la mayoría de las carreteras que existen en la Amazonía fueron construidas sin autorización del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, y menos aún han pasado un estudio técnico o una evaluación de impacto ambiental, aunque es frecuente que después sean reconocidas. Simplemente, se le ocurrió a una autoridad e hizo “su” carretera. El 70 % de las carreteras en la Amazonía son ilegales. El Estado no tiene capacidad y, en general, tampoco tiene voluntad para poner orden o hacer cumplir la ley.

Dr. Dourojeanni, la agricultura es parte también del Perú, somos una tierra de agricultores y si hay un gran desarrollo gastronómico ha sido gracias a este primer eslabón de la tierra, ¿cuál es su relación con la selva peruana?

Como ya he dicho, la agricultura significa deforestación. Es inevitable y esto sucede en el Perú como fue en Francia o Estados Unidos. No se trata de echar culpas a alguna actividad u otra. La agricultura es necesaria. Todos comemos. Hay demanda mundial por comida y otros productos agropecuarios. La palabra clave ya fue dicha: equilibrio, balance,

ni tanto ni tan poco. Ningún extremo es bueno. En la selva hay espacio para todo. Tan solo la tierra deforestada sin uso es más tierra que la que se produce cada año para agricultura en todo el Perú.

La gastronomía amazónica no está tan desarrollada en la selva como la costeña o serrana, pero es cada día más importante y usa, cada día más, plantas y animales que nadie o pocos en el mundo conocen, excepto los indígenas. Sin duda que la gastronomía del futuro dependerá cada vez más de las innumerables posibilidades de las plantas y animales amazónicos, infinitamente más diversos que los del resto del país.

Si tuviera que definir los grandes problemas de la Amazonía ¿cuáles serían?

Para mí los dos principales impactos directos sobre la selva son muy concretos: la deforestación y la degradación de los bosques. La solución a esos problemas estaría, en principio y simplemente, en respetar la legislación vigente. Nadie la cumple, en parte porque muchas leyes están mal hechas, pensadas para la costa o la sierra o excesivamente complejas y teóricas. Las leyes sobre el uso de recursos naturales y ambiente son hechas cada día por abogados costeños y serranos, sin noción de la realidad amazónica.

Pero para que las leyes del futuro se cumplan habrá que abordar antes o simultáneamente, los grandes problemas nacionales como son la inequidad, la pobreza y la ignorancia. El resultado de esas realidades se resume en la informalidad que domina en el Perú.

Finalmente, permítame hacerle una pregunta personal: ¿qué es la Amazonía para usted?

Para mí, la Amazonía es una razón de vivir. Fue así desde 1955, cuando con quince años hice mi primera visita al río Aguaytía, acompañando a camioneros que compraban plátanos para el mercado limeño.

PROPUESTA DE REFORMA DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL DEL INGENIERO CIVIL CON VISTA AL BICENTENARIO



Dr. Ing. Andrés Sotil Chávez*

EL HONOR DE LAS TRES LETRAS

Al nacer, la Constitución nos ampara con el derecho a la identidad y por eso heredamos de nuestros padres sus apellidos y recibimos de ellos nombres que nos identifican por el resto de nuestras vidas. Crecemos, jugamos, estudiamos, nos caemos, nos levantamos y, eventualmente, nos llega la decisión, al finalizar secundaria, de continuar estudios superiores (según las costumbres, necesidades y posibilidades económicas) en alguna profesión de nuestro interés.

Según la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (Sunedu), aproximadamente un 7 % de los que ingresan a la universidad se interesan por la Ingeniería Civil, carrera que se enseña en diez duros semestres (que pueden ser 11, 12, etc.), con el objetivo final de conseguir el grado de bachiller

y título a nombre de la nación de ingeniero civil, y ganar así el **honor** de poner “Ing.” por delante de los nombres que recibimos de nuestros padres, con todos los derechos y deberes que esas tres letras imponen.

El conseguir esas tres letras por la carrera de Ingeniería Civil tiene doble valor. Por un lado, es el fin de la meta trazada al terminar la secundaria y, por el otro, el inicio de un camino que físicamente terminará con nuestra presencia terrenal, pero que continuará en la obra material e inmaterial que nos sobreviva, permitiendo así nuestra trascendencia.

Entender este doble valor de conseguir esas tres letras no es tan simple, ni tan obvio; más aún si las motivaciones están solo enfocadas en el mejoramiento económico y social que las tres letras traen a su poseedor. Entender lo limitado de estas motivaciones ayuda a comprender el comportamiento de muchos colegas en las últimas décadas, que superpusieron intereses personales a aquellos que dictan nuestra noble profesión.

CRUZAR EL ABISMO DEL BICENTENARIO

Las últimas elecciones han sido la prueba que, para celebrar las doscientas velitas por el Perú, tenemos que cruzar un abismo de intolerancia (que estamos lejos de cerrar) a través de un puente colgante de buena voluntad, yendo en contra de elementos que solo desean petardear los esfuerzos por llegar a buen puerto.



Independiente del camino que siga el Perú (izquierda, derecha, continuo, interrumpido), lo que es seguro es que se requiere seguir construyendo el país. Los caminos, los canales, las tuberías, las viviendas, los hospitales, los colegios no saben de colores políticos. La ingeniería no se mancha ni le importa (o no le debe importar) los políticos de turno al mando, ya que su labor tiene como beneficiario toda la sociedad, enfocada en cerrar brechas.

Entonces, ¿qué solicita el Perú de la ingeniería civil? Requiere que sea actualizada, de calidad, especializada, diversificada, optimizada, sostenible y, por sobre todo, ética. Por eso, es primordial que estas cualidades estén presentes en los profesionales actuales y con mayor énfasis en los futuros.

¿CÓMO SE ENSEÑABA LA PROFESIÓN EN EL PERÚ PREVIO A LA COVID-19?

Según datos reportados por la Sunedu, al 2016, 58 universidades en el Perú ofrecían el Programa Académico de Ingeniería Civil (PAIC) en todo el territorio nacional a 99 644 jóvenes atraídos seguramente por el llamado

boom inmobiliario que ha experimentado nuestro país en los últimos quince años. Con 25 universidades públicas y 33 privadas, la oferta universitaria es amplia, así como el nivel y la calidad de lo que se enseña en los diversos claustros.

En 2016, la Universidad Alas Peruanas (UAP) educaba a 14 970 futuros ingenieros en 22 sedes (cerca del 15 % de la población nacional, ver figura 1), seguido de la Universidad César Vallejo (UCV) con 10 856 estudiantes en 7 sedes (ver figuras 1 y 2).

Debido al tiempo de funcionamiento, cantidad y calidad de egresados, tradición y sus respectivos logros, los PAIC de la Universidad Nacional de Ingeniería (1719 estudiantes, 15ª) y la Pontificia Universidad Católica del Perú (2598 estudiantes, 10ª) son los más prestigiosos del país, apoyados por sus diversos laboratorios y centros de investigación. Los PAIC de estas universidades históricamente han estado orientados al diseño estructural con prevención a los daños por efecto de sismos, orientación lógica en un país tan sísmico como Perú, como se puede observar en la figura 2 (en comparación con otras universidades limeñas). En provincias, el énfasis de los cursos de los PAIC gira ligeramente (0-4 %) hacia los cursos de hidráulica, vial, suelos y ambiental, como puede verse en la figura 3. La tabla 1 muestra que las universidades privadas disminuyen los cursos de ingeniería civil en un 10 % (aproximadamente 6 cursos), mantienen la cantidad de cursos de ciencias, y recuperan dichos cursos en el área de humanidades (3-4 cursos) y en otros cursos de ingeniería (2-3 cursos).

* Ingeniero Civil. Bachiller, maestría y doctorado por la Arizona State University de los Estados Unidos, especializado en Transportes, Materiales y Pavimentos. Posee más de quince años de experiencia en investigación, consultoría, construcción, docencia universitaria y administración en educación en Estados Unidos y el Perú. Exdirector de la Carrera de Ingeniería Civil de la USIL y actual Director de la Escuela Superior Técnica del Sencico.

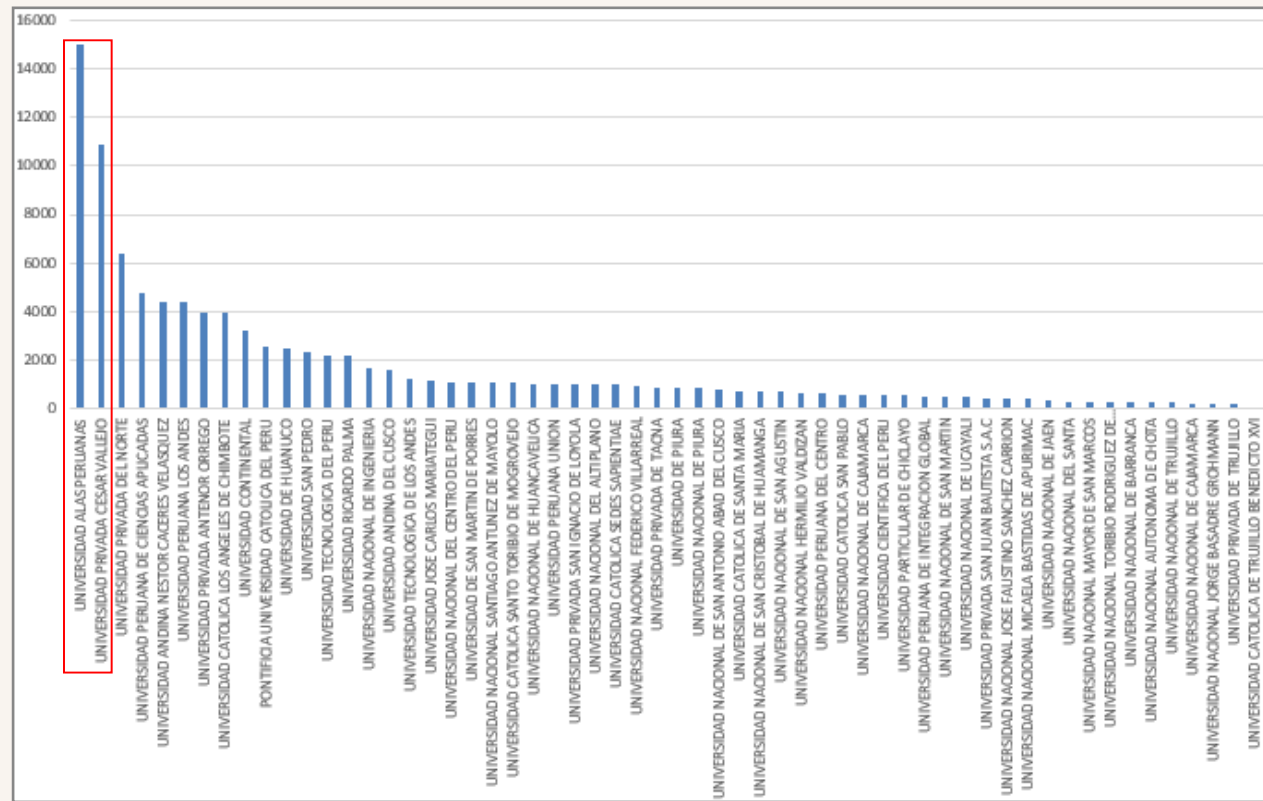


Figura 1. Número de estudiantes de Ingeniería Civil al 2015 por universidad.

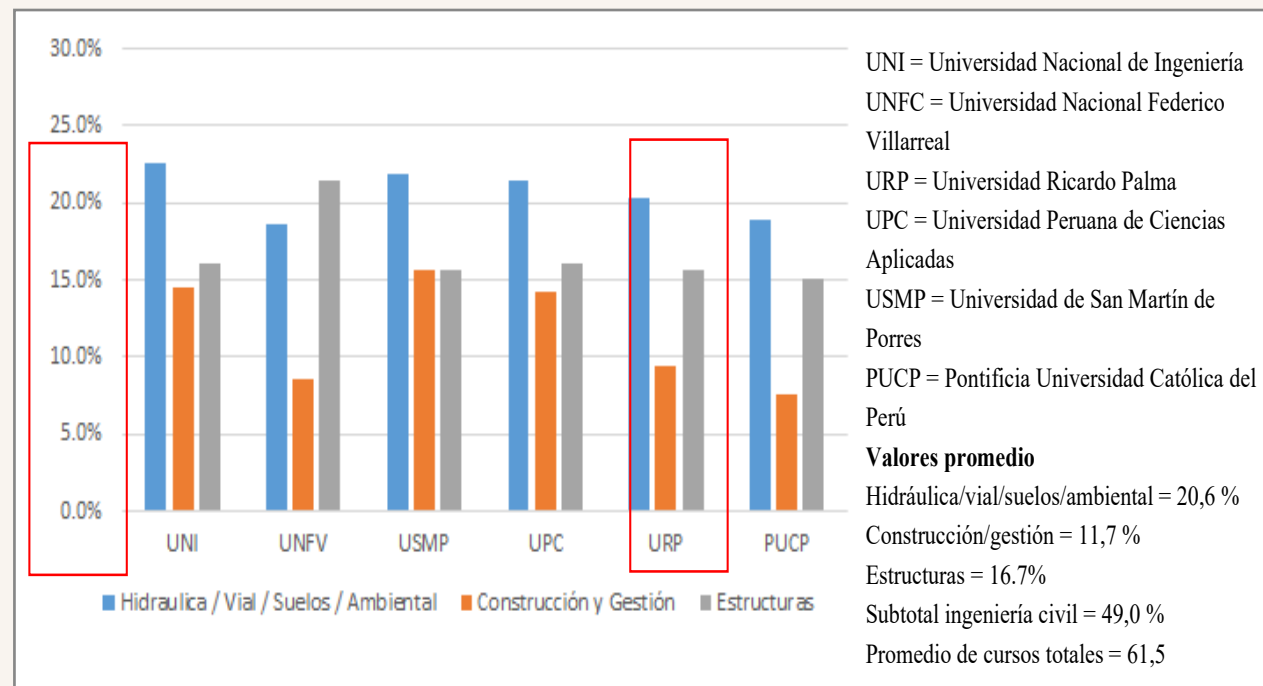


Figura 2. Porcentaje de cursos de la carrera de Ingeniería Civil en universidades limeñas.
 Fuente: Elaboración propia, con base en páginas web de universidades citadas.

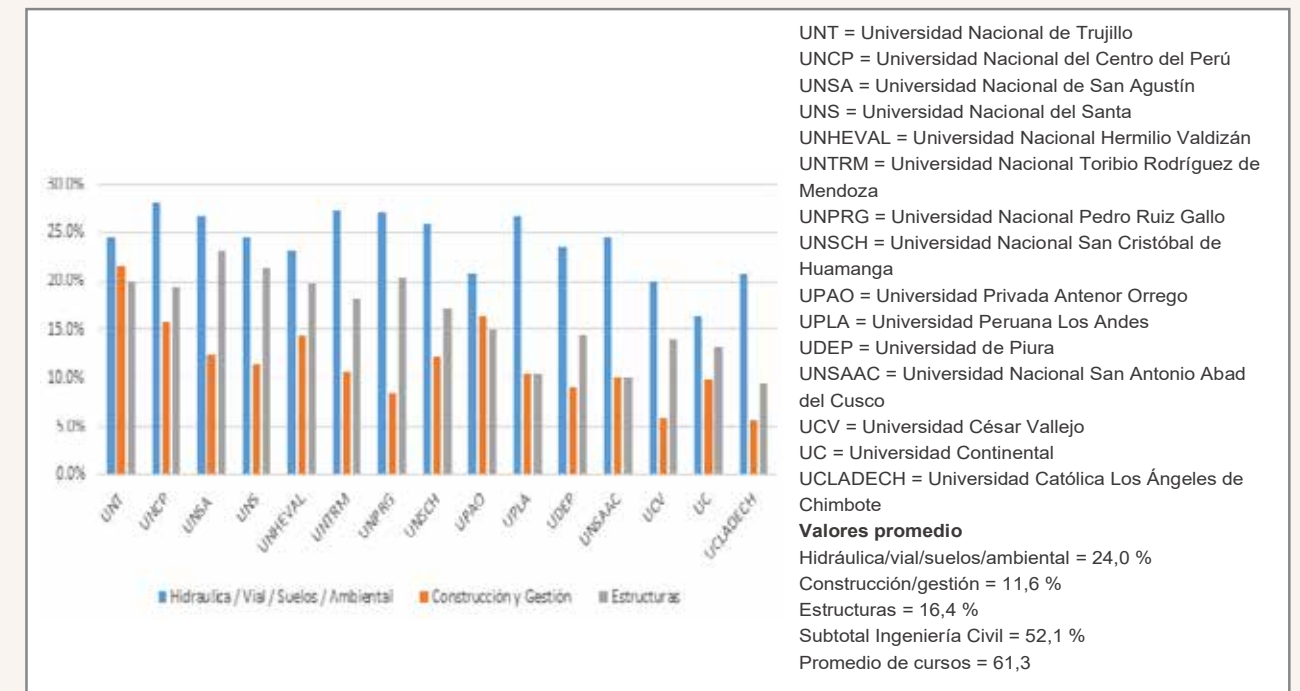


Figura 3. Porcentaje de cursos de la carrera de Ingeniería Civil en universidades de provincia.
 Fuente: Elaboración propia, con base en páginas web de universidades citadas.

Area	Universidades	
	Nacionales	Privadas
Ciencias	18,7 %	18,6 %
Humanidades	10,1 %	16,2 %
Hidráulica / Vial / Suelos / Ambiental	24,8 %	21,1 %
Construcción y Gestión	12,7 %	10,4 %
Estructuras	18,8 %	13,9 %
Ingeniería Civil	56,4 %	45,4 %
Otros de Ingeniería	9,0 %	14,3 %
Electivos	5,8 %	5,5 %
Cursos totales del programa	61,7 %	60,9 %

Tabla 1. Comparación porcentual de áreas dictadas en programas académicos de Ingeniería Civil en universidades nacionales y privadas del Perú al 2018.
 Fuente: Propia con base en páginas web de universidades citadas.

El 2019, la Sunedu tomó la decisión de otorgar el licenciamiento a la UCV¹ a pesar de tener deficiencias significativas en su PAIC (reducida cantidad de ciencias básicas

y cursos de especialidad, ausencia de cursos de tecnología del concreto, exceso de créditos por desarrollo de tesis y prácticas preprofesionales), y negárselo a la UAP²

¹ Sunedu. (2019). *La Sunedu otorga el licenciamiento institucional a la Universidad Cesar Vallejo*. <https://www.sunedu.gob.pe/sunedu-otorga-licenciamiento-institucional-universidad-cesar-vallejo/>
² Sunedu. (2019). *Universidad Alas Peruanas, proceso de cese de actividades*. <https://www.sunedu.gob.pe/uap/>



Figura 4. La miopía de la Ingeniería Civil en las universidades del Perú.
Fuente: Elaboración propia.

(fecha de cese: marzo 2022). Así, a inicios de la pandemia, aproximadamente el **25 %** de los egresados de Ingeniería Civil habían sido expuestos a una **educación inadecuada** (10 % deficiente en contenido, 15 % sin las condiciones mínimas de calidad determinadas por la Sunedu).

¿INGENIERÍA CIVIL VIRTUAL?

La COVID-19 y el respectivo aislamiento social obligatorio (ASO) decretado en el Perú a partir del 16 de marzo de 2020 obligaron a un cambio completo en la modalidad de dictado de clases en todos los niveles. Previo al ASO, dictar clases virtualmente (y, en realidad, la ejecución de cualquier actividad laboral) era hasta mal visto, señal de pobre calidad, y sin el debido control riguroso que la presencialidad provee. La obligatoriedad de dictar y **evaluar** en forma virtual en todas las universidades, incluyendo todos los PAIC del país, ha obligado a reformular la metodología de dictado. A la fecha, la reactivación de clases presenciales teóricas sigue suspendida y las prácticas, si se desarrollan, se hacen con significativas restricciones.

Así, por lo menos el 90 % de los cursos de los PAIC del país fueron forzados a ser dictados y evaluados en forma virtual, y el 10 % de los cursos prácticos han tenido que ser suspendi-

dos o dictados en formas alternativas. Estos cursos incluyen los asociados a Topografía, Tecnología del Concreto, Geología, Mecánica de Suelos, Mecánica de Fluidos e Hidráulica. Con la reactivación del sector construcción se pudo impulsar las prácticas preprofesionales, básicas para la conclusión y certificación de la adquisición de las competencias mínimas para optar por el bachiller, y luego el título de ingeniería civil.

Sin embargo, si ya había los típicos problemas éticos durante la enseñanza presencial (plagios, suplantaciones, robos, y similares), detectarlos en la enseñanza virtual se vuelve mucho más difícil y, por lo tanto, el lado ético cobra un rol más importante y/o la metodología, y sobre todo la filosofía para evaluar las competencias debe cambiar completamente; pero este es un paso que no es rápido de conseguir.

INGENIERÍA CIVIL POS-COVID-19 Y POSCELEBRACIÓN DEL BICENTENARIO

Diversas coyunturas han confluído para afectar la estabilidad de los PAIC, contruidos por la costumbre para realidades de antaño en reflejo de universidades tradicionales:

- **Política:** por lo menos veinte años (o más), donde los megaproyectos que el Perú

necesita han estado envueltos y manchados por procesos de corrupción en los más altos niveles. Estos malos ejemplos chorrean al resto de proyectos y la costumbre del diezmo es parte de esa regla no escrita, y muchas veces no dicha, presente en nuestra profesión.

- **Educativa:** por lo menos, el 25 % de los colegas más jóvenes ha recibido su educación en instituciones de dudosa reputación. El resto de los PAIC tiene una educación similar que, con variaciones de cursos y docentes, intenta emular las prácticas estándar presenciales de las dos universidades más notables del país.
- **Sanitaria y su consecuencia en ética:** la COVID-19 forzó el cambio en, por lo menos, el 90 % de los cursos, de modalidad de dictado y evaluación, de presencial a virtual. Esto solo se consigue con un cambio en la actividad docente y estudiantil, incluyendo un giro significativo en la ética de ambas partes, y esto afecta a todos los PAIC, y no existe una real definición de ejemplo a seguir, como antes. Las instituciones más flexibles serán las que podrán adaptarse a las nuevas realidades que vienen.
- **Social:** independiente de estas tres coyunturas, el país sigue necesitando proyectos y megaproyectos, y solo una ingeniería civil sólida, moderna y sostenible podrá atender estas necesidades. Las nuevas realidades obligan a un cambio en la forma como continuar construyendo, cambio que previo a estos tiempos un importante sector de la profesión no estaba dispuesto siquiera a contemplar.

Entonces, ¿cómo debería evolucionar la formación profesional en ingeniería civil con miras al bicentenario y en respuesta a estas coyunturas confluyentes? ¿Qué deberían contemplar los futuros PAIC?

1) **Ingeniería Civil actualizada:** los PAIC deben enriquecer sus contenidos clásicos con conceptos, teorías y propuestas desarrolladas producto de investigaciones en los últimos veinte años a nivel nacional e internacional, **en todos los idiomas posibles**. Esto constituye un esfuerzo de actualización por parte de los docentes.

2) **Ingeniería Civil de calidad:** los PAIC deben tener procesos y **ejecutores** que garanticen la calidad de lo ofrecido. Si bien es cierto que los procesos administrativos y educativos deben asegurar que no se dependa de personas, también es correcto que la estabilidad de una plana docente capacitada y comprometida es fundamental para el desarrollo de una comunidad educativa.

3) **Ingeniería Civil especializada y diversificada:** los PAIC deben ser altamente especializados por la complejidad de temas que atiende la profesión. En el Perú, la Ingeniería Civil estructural es la más desarrollada y actualizada, por nuestra realidad sísmica. Sin embargo, las otras áreas no lo son, evidenciando lo que se denomina la miopía de la ingeniería civil en las universidades del Perú (ver figura 4), la cual solo genera que los PAIC se enfoquen en una o dos áreas debido a la disponibilidad de docentes, de material y a la facilidad del dictado de estas áreas con respecto de las otras áreas que requieren mayor equipamiento.

Lo que se debe buscar es que la educación sea especializada, pero también diversificada, de tal manera que un futuro profesional pueda desarrollarse en cualquier área de la profesión, con el debido equipamiento y *software* especializado.

4) **Ingeniería Civil optimizada y sostenible:** el Perú no es un país al que le sobren los

recursos y, por lo tanto, no necesariamente se pueden trasplantar nuevos conceptos foráneos a nuestra realidad y/o probar los generados en el país en todas las regiones. Es así que lo que venga y se dicte tiene que tener una debida experimentación que se puede generar por intermedio de:

- Talleres de investigación y experimentación en todos los años de la educación universitaria. Continuar con el dictado teórico, el recitado de conceptos y el cálculo frío y desarrollo de ecuaciones y solución de problemas, y peor aún, esperando la vuelta a la presencialidad al 100 %, ya no es suficiente en una realidad que ha mostrado las bondades de la enseñanza virtual en la que no se puede prevenir y menos verificar el plagio. Así, solo la realización de proyectos individualizados, que tengan una base común teórica, pero que obligue a evaluar situaciones diferentes, eliminará la opción de la copia y sacará el espíritu de superación del estudiante.
- Competencias interuniversitarias generadas por los mismos estudiantes (Asociación Nacional de Estudiantes de Ingeniería Civil - ANEIC) y con la guía de sus docentes, conformando un ciclo anual de participación y competencias que permitan evaluar lo dictado entre los diversos PAIC. Estas competencias deben ser la consecuencia natural del punto anterior, mostrando lo mejor que se encuentre en los cursos de talleres.
- Prácticas preprofesionales en empresas con el debido convenio y **seguimiento** por las áreas de empleabilidad de las universidades, pero que no signifique creditaje en la educación universitaria, ya que estos deben ser **prueba** de aprendizaje, no parte de la prueba, como lo proponen algunas universidades en el país. Esto implica un alto compromiso no solo del estudiante, sino de

la universidad y de la empresa para no solo cumplir con las horas de práctica, sino sacar conclusiones y lecciones que enriquezcan a la profesión.

- Proyectos de investigación generados en los centros de investigación de la universidad y/o por convocatorias del CONCYTEC y entidades similares enfocadas en la ingeniería, desarrolladas por las unidades de posgrado y con participación de los mejores estudiantes de pregrado.

De esta manera, los estudiantes pueden evaluar no solo lo técnico, sino las implicancias económicas y de disponibilidad de recursos, para proveer la validez de lo enseñado. Además, se puede verificar si lo propuesto será fácil de implementar y **mantener** en el tiempo, o los recursos necesarios para continuar la implementación lo harán prohibitivo, desde temas de recursos humanos, materiales y de gestión. En la realidad del país, proponer un proyecto sin sostenibilidad (que fallará por algún motivo en un plazo muy corto de tiempo) no es solo un error técnico, sino que constituye una acción **irresponsable** que debería ser motivo para revocar el "Ing." conseguido al concluir la formación universitaria.

5) **Ingeniería Civil ética:** todas las cualidades anteriores no funcionan sin ética:

- No se puede aspirar a estar actualizado si se tiene la ética de quedarse solo con lo aprendido, cuidar el *know how* propio y no buscar más o compartir lo aprendido. Solo la presión de la competencia de las siguientes generaciones hace que uno siga buscando mejorar y mejorar.
- No se puede aspirar a tener calidad si nuestra ética prioriza las necesidades económicas y de tiempo sobre el mantener y cultivar el ambiente de claustro universitario,

donde los procesos sean tan fundamentales como las personas que brindan el servicio (administrativos y educativos). Esto incluye el sobrecargar a los docentes con clases de 50, 60, hasta 120 estudiantes. Un número adecuado en estas realidades es 30 estudiantes que agrupados en por lo menos 15 grupos (o menos) permite el dictado de una clase de 4 horas semanales, y la revisión de sus trabajos y proyectos en el mismo tiempo (15 minutos, o más, bien dedicados por grupo).

- No se puede aspirar a especialización y diversificación si nuestra ética nos permite enseñar lo que ya sabemos en el área que se nos es cómoda y no se busca brindar más opciones a los futuros colegas. Esto incluye universidades que no brindan los cursos en todas las áreas de la profesión y solo se enfocan en fortalecer estructuras y/o gestión o, peor aún, por maximizar ganancias, reducen las horas de ingeniería civil por dictar cursos generales con la motivación, a veces real y a veces excusa, de potencializar las habilidades blandas de los estudiantes (depende de cómo se desarrolle el curso en mención).
- No se puede aspirar a la optimización si nuestra ética nos indica que lo que enseñamos es lo mejor y no estamos dispuestos a evaluarlo, compararlo con otros y ponerlo a rigurosa prueba de externos. En el fracaso está la clave de las oportunidades de mejora o, dicho de otra forma, más se aprende de los errores que de los mismos éxitos, que te vuelve autocomplaciente.
- No se puede aspirar a la sostenibilidad si nuestra ética nos permite utilizar los recursos en forma irresponsable, y no evaluar las necesidades y repercusiones futuras de lo que hoy se propone, sin tener en cuenta los impactos ni menos proponer las respectivas mitigaciones.

ESTRUCTURA DE UNA FORMACIÓN PROFESIONAL PARA EL FUTURO DEL PAÍS

En un programa de 220 créditos, dictado en 10 semestres de 22 créditos cada uno; un PAIC debería incluir:

BÁSICOS Y DE SOPORTE PROFESIONAL: 80 créditos / 36,36 % del PAIC

- Matemáticas y Ciencias Básicas: 40 créditos totales (4 matemáticas, 2 físicas, 1 química, 1 geología, 2 estadísticas) en los primeros 4 semestres de la carrera
→ 18,18 % del PAIC
- Humanidades, gestión y habilidades blandas: 40 créditos (2 comunicación escritas, 1 comunicación oral, 1 ética profesional, 2 humanidades electivas, 2 gestión electivas, 2 idiomas especializados).
→ 18,18 % del PAIC

ESPECÍFICO OBLIGATORIO DE LA CARRERA:

120 créditos / 54,54 % del PAIC

TEÓRICOS Y/O PRÁCTICOS

- Soporte ingenieril: 12 créditos (1 programación, 1 topografía, 1 tecnología del concreto) → 5,45 % del PAIC
- Ingeniería Estructural: 20 créditos
→ 9,10 % del PAIC (no incluye antisísmica)
- Ingeniería Geotécnica: 12 créditos
→ 5,45 % del PAIC
- Ingeniería Hidráulica: 12 créditos
→ 5,45 % del PAIC
- Ingeniería Transportes: 12 créditos
→ 5,45 % del PAIC

- Gestión de la construcción: 12 créditos
→ 5,45 % del PAIC
- Ingeniería Ambiental: 4 créditos
→ 1,82 % del PAIC

PRÁCTICOS

- Talleres de investigación y/o experimentación: 40 créditos totales (4 semestrales) que incluyen énfasis en algunos laboratorios requeridos en las áreas antes mencionadas y el curso de proyecto final de carrera requerido por acreditadoras nacionales e internacionales.
→ 18 % del PAIC

ESPECÍFICO ELECTIVO DE LA CARRERA:

16 créditos / 7,28 % del PAIC

- Cuatro cursos que deben ser cursos avanzados según la especialidad y enfoque del estudiante. Es en este grupo que puede optarse por la ingeniería antisísmica.

PRÁCTICAS PREPROFESIONALES:

600 horas **externas** al desarrollo profesional con énfasis en por lo menos dos áreas de la profesión.

La estructura aquí propuesta permite el desarrollo de las competencias básicas de desarrollo personal y profesional que garanticen el entregar el grado de bachiller en ingeniería civil, pero el otorgar el título a nombre de la nación de ingeniero civil es un tema muy diferente.

PROPUESTA DE PROCESO DE PROFESIONALIZACIÓN DE LA INGENIERÍA CIVIL EN EL PERÚ

Actualmente, las universidades tienen el derecho de ser juez y parte en el otorgamiento de títulos a nombre de la nación. El Estado peruano confía en la autorregulación una vez superados los requisitos de la Sunedu y permite la titulación por:

- Culminación exitosa de una tesis
- Suficiencia profesional
- Cualquier otro medio establecido por universidad acreditada (Ley N° 30220, artículo 45.2).

Y es en esta tercera modalidad que se establecen cursos de actualización y/o de titulación que no necesariamente garantizan que se tengan las competencias del ejercicio profesional. Por lo tanto, aquí se propone:

1) Reforma del artículo 20 de la Constitución que le otorgue a los colegios profesionales la confianza de la titulación profesional, de tal manera que las universidades ya no sean juez (quien otorga el título) ni parte (quien desarrolla al titulado).

2) Las modalidades de titulación deben incluir:

- Culminación exitosa de una tesis en un área de la carrera, con asesor y jurados debidamente pagados por el Colegio de Ingenieros del Perú (CIP), para lo cual debe haber un nivel mínimo de desarrollo profesional y académico certificado por el CIP.

- Presentación del trabajo de suficiencia profesional en un área de la carrera, con el mismo soporte que la modalidad de tesis.

- Examen profesional con énfasis en un área de la carrera que solo se puede llevar después de la acreditación de trabajo en dicha área por un periodo no menor a tres años contados a partir de la culminación de los créditos universitarios (y que puede incluir las horas de práctica preprofesional).

3) Si se desea tener la titulación en otra área de la profesión, el ingeniero puede seguir los mismos pasos para conseguir esa titulación adicional.

4) La titulación no debe ser permanente, sino válida por lapsos de cinco años. Culminados esos cinco años, y si el profesional no puede demostrar que se ha estado capacitando en forma continua (cursos, congresos, conferencias y/o combinación de las mismas, nacionales y/o internacionales, en por lo menos 64 horas anuales –equivalente a un curso de cuatro créditos anuales–), o ha apoyado en la formación profesional (lo que lo mantiene activo académicamente hablando, ya sea como docente, ingeniero supervisor de prácticas preprofesionales o publicando artículos científicos en publicaciones indexadas) perderá su titulación y tendrá que repetir los procesos anteriormente mencionados.

¿TODO ESTO ES POSIBLE?

Ciertamente, requiere de un cambio de mentalidad del CIP en buscar el protagonismo por el bien de la profesión y con la responsabilidad de titular desde la Constitución Política del Perú, el generar cursos, conferencias, y congresos de primera calidad.

Requiere de un cambio de mentalidad de aquellos que dirigen los PAIC en el país, que se enfoquen en la calidad y en la mejora continua, no obligando de sus docentes el dictado a 50, 100 o 150 estudiantes por curso para maximizar las ganancias de la entidad.

Requiere de un cambio de mentalidad de los actuales profesionales que, al verse obligados a mantener su título, deberán apoyar la formación profesional en sus empresas u obras, participando activamente en la formación de nuevos colegas.

Requiere de un cambio de mentalidad de los docentes, que enfoquen sus cursos en el

desarrollo personalizado de sus estudiantes, ya no solo con exámenes generalizados, sino con proyectos de investigación, el desarrollo de talleres y laboratorios, apoyado de lo que van aprendiendo como parte de su formación continua para mantener su titulación ante el CIP.

Requiere de un cambio de mentalidad de los estudiantes, que no busquen pasar por pasar para obtener rápidamente los beneficios económicos y sociales que brinda el “Ing.” por delante de su nombre, sino que busquen aprender viviendo su carrera y exigiendo verdadera calidad de sus PAIC para finalmente convertirse en servidores de la sociedad, ya sea en el espacio privado o público.

Solo así se podrá generar la Ingeniería Civil que el Perú necesita para afrontar los retos del bicentenario y el mundo pos-COVID-19.

REFERENCIAS

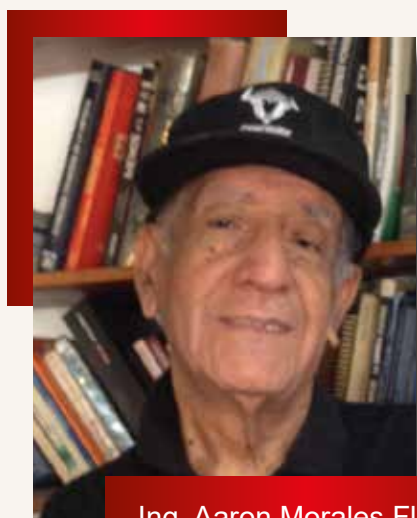
Ponteencarrera.pe. (2018). *Encuentra dónde estudiar*. <https://www.ponteencarrera.pe/donde-estudio>

Sunedu. (2018). *Matriculados en pregrado por programas de estudio*. <https://www.sunedu.gob.pe/sibe>

Sunedu. (2019). *La Sunedu otorga el licenciamiento institucional a la Universidad Cesar Vallejo*. <https://www.sunedu.gob.pe/sunedu-otorga-licenciamiento-institucional-universidad-cesar-vallejo/>

Sunedu. (2019). *Universidad Alas Peruanas, proceso de cese de actividades*. <https://www.sunedu.gob.pe/uap/>

REFLEXIONES: LEY UNIVERSITARIA N° 30220, UN CASO DE ESTRATEGIA POLÍTICA



Ing. Aaron Morales Flores*

La Ley N° 30220 –julio del 2014– ha estado sujeta, antes y después de su promulgación, a un debate emocional, polarizado y unitemático, una demostración de que la “educación” es una prioridad principal en la sociedad peruana. Pero el debate nunca entró en sus verdaderos cauces, en el ambiente hasta se percibía una especie de *quid pro quo*, “me apoyas en su defensa y apoyo tu presupuesto”. Los alumnos de algunas universidades se manifestaron públicamente en defensa de la Ley, azuzados por los rectores, muchos sin haberla leído.

Uno de los grandes escollos que impiden el mejoramiento de la educación en el Perú es

la existencia del Ministerio de Educación, por su carácter centralista. Haberle agregado la responsabilidad de la educación universitaria es un desacierto que debería ser corregido.

La educación –a la que debería haberse referido una ley como la 30220– es una función pública por antonomasia, deberá ser ofrecida por organizaciones promovidas por el Estado o por algún ente no estatal o persona individual, lo que no tendría por qué cambiar su naturaleza intrínseca de pública. En ese sentido, el artículo 3 de la Ley N° 30220 –que categoriza las universidades como públicas y privadas– configuraría un despropósito porque contravendría el mismo ser de la educación universitaria. La universidad es el lugar donde las personas confluyen voluntariamente para crear ese conocimiento inédito que necesita la sociedad para su progreso. La universidad es un ente abierto donde se ventilan todas las ideas y nada está vetado, y lo puede hacer porque no está sujeta a intereses particulares, ni mercantiles ni ideológicos, de nadie –menos del Estado– (autonomía universitaria). Allí se busca la verdad abiertamente, sin restricciones, sin parámetros ni reglamentaciones asfixiantes. Todo eso le otorga su carácter de universidad. El artículo 3 de la Ley tendría que ser derogado.

En el mundo existen centros de educación cerrada –probablemente de muy alta calidad– dependientes de los propósitos únicos de la organización que los alberga: los institutos de investigación y escuelas de formación profesional

de McDonald’s que hacen investigación genética y forman técnicos solo para McDonald’s; las escuelas de la antigua Arthur Andersen & Co., que formaban auditores solo para esa organización; la escuela de alta dirección de General Electric, solo para miembros de esa corporación; la escuela de administración hotelera del Marriot, para los fines específicos de la cadena hotelera, entre otras. Todas caerían dentro de la denominación de privadas y no podrían estar comprendidas en una ley como la 30220 (tercera disposición complementaria). Bajo este mismo razonamiento, los centros de formación académica dependientes de los institutos armados, por ejemplo, también configurarían entes privados porque sus propósitos son especiales, dedicados, cerrados: no son universidades, en ellos no se busca la verdad sin límites, y el haberlos comprendido en la Ley Universitaria podría tipificarse desde ingenuidad hasta abuso de confianza. Ojo, no se cuestiona la calidad de lo que allí se imparta, sino su naturaleza. La mención de las escuelas dependientes de los institutos armados y policiales en la tercera disposición complementaria debería ser suprimida.

En el debate polarizado y unitemático, el principal reparo de una de las partes fue **que la existencia de la Sunedu es atentatoria contra la autonomía**. El de la otra, **que la Ley pone fin a las argollas que se habían apoderado de la universidad para someterla a sus ambiciones**. Pero quizás debido a la polarización unitemática y emocional ningún planteamiento tocaba la naturaleza del hecho que verdaderamente debería importar: sentar las bases para el mejoramiento cualitativo de la educación universitaria. La ley promulgada solo ha logrado reemplazar a la ANR por un organismo

dependiente del Estado que, obviamente, deja la autonomía universitaria sujeta a la voluntad política, situación que se agrava cuando dice que: “El Ministerio de Educación es el ente rector de la política de aseguramiento de la calidad de la educación superior universitaria” (artículo primero). Recordemos que la autonomía es *conditio sine qua non* para la existencia de la universidad. En general, la Ley perpetúa las debilidades y las incrementa, y su alcance no va más allá de lo superficial.

“La reforma de la educación en el Perú debería empezar con la desaparición del Ministerio de Educación” (Ing. Carlos del Río C., PhD)

La Ley, además de subordinar la educación a la autoridad política intenta convertirla en mercancía cuando vincula la oferta educativa “a una demanda laboral” (artículo 27.2) y exige como criterio para el licenciamiento por la Sunedu “la existencia de mecanismos de inserción laboral” (artículo 28.7) a la vez que establece como fines (artículo 6, 6.10) “formar personas libres”. ¿Cómo podría formar personas libres una entidad sometida por ley al Gobierno y tratada como mercancía al condicionarla al mercado? Solo esas menciones la descalificarían. Una sumisión al mercado y al Gobierno sería atentatoria contra cualquier noción de libertad e independencia.

El vicepresidente de una empresa minera afincada en el Perú se dio el lujo de señalar (exigir) a las universidades el perfil de “profesionales” que requería su industria (Energiminas, 18/01/2021).

Cuando las clasifica como **públicas y privadas** (artículo 2) determina que en cada universidad “pública” “es obligatoria la existencia de, al menos, un instituto de investigación” (artículo 31) y el artículo 66 define la forma de elegir al rector y vicerrector **de las universidades públicas**. La



naturaleza de la universidad debería ser una sola y su ser, independiente del origen de la entidad promotora, ¿por qué para unas sí y para otras no si se creyera que la existencia de un instituto de investigación fuera determinante para cumplir la responsabilidad de hacer investigación? ¿Por qué la forma de elegir sus autoridades debería ser diferente para una y otra si son lo mismo? Las llamadas “privadas” no deberían ser de una naturaleza diferente que las llamadas “públicas”. La ley debería haber establecido con claridad que la educación universitaria no es una aventura de negocios y que la educación es –siempre– una responsabilidad pública. El artículo 116.2 establece que pueden ser **asociativas** y **societarias** (que generan utilidades). Esta última –la societaria– debería ser suprimida. Esta parte de la Ley reproduce las condiciones que permitieron crear universidades que no son centros de educación, sino de recaudación de fondos. Muchos habíamos esperado que la nueva Ley hubiera corregido esa fuente de desnaturalización de la educación universitaria, pero promueve todo lo contrario. Solo por eso debería ser derogada.

La investigación no puede estar en función de la existencia de un vicerrectorado de investigación ni de institutos de investigación expresos. La

investigación es una cultura que irradia todo el organismo, es el principal activo –intangible– de la universidad. La investigación la realizan las personas motivadas en el medio apropiado, no los laboratorios, los recursos financieros o la existencia de una burocracia supuestamente *ad hoc*, que solo desnaturalizaría la función. Ni siquiera debería ser mencionada en la Ley la existencia del vicerrectorado de investigación ni la de un “instituto de investigación”.

La **endogamia** es otra de las debilidades básicas del actual sistema universitario. Se produce en entidades cerradas que generan la permanencia (rotación) de las autoridades en los mismos cargos. La Ley refuerza esta debilidad cuando exige ser **docente** como requisito previo para ser autoridad (rector, decano, etc.). La endogamia, al impedir la mezcla genética, genera individuos cada vez más débiles y para la universidad se debería promover lo contrario. La Ley debería generar las condiciones para un rejuvenecimiento permanente que se logra con el ingreso sistemático de sangre nueva y, en nuestro caso, no proveniente del mundo docente, sino del real, lo que inyectará ideas y prácticas disruptivas con lo establecido que permitirán a la universidad renovarse permanentemente de cara al mundo. La Ley impulsa todo lo contrario,

refuerza las condiciones que mantienen esas disputas internas por el poder que llevan a la universidad a terminar sometida a los intereses de los grupos que pretenden perpetuarse en los cargos de gobierno. Sin una visión externa, una entidad está condenada a la disfunción permanente. Solo por impulsar la perpetuación del *establishment*, esta Ley debería ser derogada. La universidad no puede permanecer en manos de argollas cerradas a la sociedad.

La Ley exige el grado de doctor para ser rector, decano o profesor principal. Aparentemente razonable, pero ¿un doctorado obtenido dónde? ¿En una universidad de qué nivel? Debería fijarse el estándar de las universidades de las que provienen los doctorados. Pero si escarbamos un poco entenderíamos que doctor es sinónimo de investigación y ese es el ambiente que debería caracterizar a la universidad; mas de acuerdo a la ley, adquirir el título es un simple trámite burocrático (artículo 45.5), solo bastará con trepar por una escalera preestablecida.

¿Por qué en una ley se tiene que mencionar obviedades como “Son deberes de los estudiantes respetar la Constitución Política del Perú y el Estado de derecho” (artículo 99)? ¿Es que alguien se puede sentir liberado de esa obligación? La ley está plagada de ese tipo de obviedades que le quitan seriedad.

¿Por qué tan detallista que hasta define la existencia de una secretaría general (artículo 74) y la organización en facultades? No estamos entendiendo que el tiempo de las facultades ya pasó. ¿Por qué no se permite que cada universidad defina su organización? ¿Una universidad tiene necesariamente que otorgar títulos?

En resumen, la **autonomía** es una *conditio sine qua non*, innegociable. La Sunedu debería ser una agrupación de personalidades de real valía, nacionales o extranjeras, y con el peso suficiente para no dejarse someter por el Gobierno, el mercado o la miopía del *establishment*. ¿Por qué la presencia de SINACYT (artículo 86) en el órgano supervisor? ¿Por qué las normas que genere esa entidad burocrática deben servir para calificar la calidad de la investigación de la universidad? ¿Se pretende convertir la investigación en un hecho burocrático más y bajo las normas de un organismo dependiente

del poder político? El Ministerio de Educación ni debería ser mencionado en la Ley.

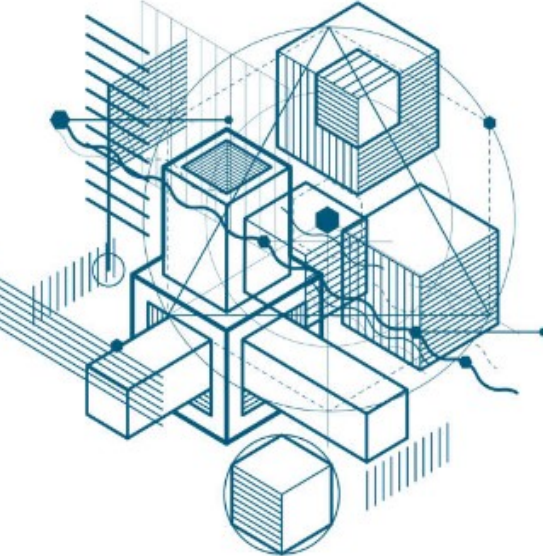
La ley no debería permitir una universidad al servicio de sus promotores ni del Gobierno ni menos del mercado, sino de la educación como principio fundamental.

La Ley debería dar a entender, sin dudas, que la misión principal de la universidad es crear conocimiento de frontera fundado en el desarrollo intelectual libre de personas no sometidas a reglamentos ni a directivas de burócratas. Debería quedar claro que a la universidad no se va a buscar “carreras” ni títulos, sino a educar el intelecto, que la educación no es una mercancía, que a la universidad no se llega para escoger cuál es la “carrera” más rentable o más requerida por el mercado (el núcleo de la propaganda de algunas de las universidades de reciente creación).

Que un grado universitario no es una sucesión de grados previos. Para ser doctor no se debiera requerir previamente ser magíster ni la exigencia de “estudios presenciales”, eso sería someter al más alto grado universitario a una sucesión de eventos burocráticos. El doctorado se obtiene cuando el candidato presenta un trabajo de investigación que merezca esa calificación. No deberá ser la culminación de un silabo oficial por un determinado número de créditos producto de clases presenciales.

La calidad de la universidad dependerá de la calidad de los alumnos que escoja y de los profesores con que cuente. Quizás las dos únicas condiciones para licenciar una universidad deberían ser la cantidad de profesores de planta por alumno y la cantidad de material académico inédito producido y publicado.

Por último, esta Ley, tan detallista que menciona hasta el hostigamiento sexual y el tráfico de drogas (artículo 90) no ha especificado como delito la práctica de pagos paralelos para lograr notas aprobatorias o los cobros por clases extras, fuera de la universidad, por los que los alumnos sufragaban por clases particulares a los profesores que los desaprobaban para aprobar, ambos vicios provenientes de las debilidades de la entidad universitaria que esta ley, al aplicarse, solo serviría para que se enquisten más.



LA CONSTRUCCIÓN E INNOVACIÓN MODULAR PARA ENFRENTAR LOS RETOS DE LA PANDEMIA



Ing. Fernando Campos Martínez*

por este tipo de proyectos: el ahorro en costo y el ahorro en tiempo, dado que al contarse con un ensamblaje industrializado en planta –que ocurre al mismo tiempo que la preparación del terreno–, el tiempo total que lleva construir una edificación modular se puede reducir drásticamente, por ejemplo, un hotel de construcción modular en el Perú podría abrir sus puertas y comenzar a generar ingresos un 50 % antes del tiempo que un hotel de construcción tradicional; o si pensamos en ejemplos más agresivos, en el continente asiático, específicamente en China, se viene llevando la construcción modular a otro nivel, por ejemplo, acaban de terminar de ensamblar un edificio modular de diez pisos en 28 horas y 45 minutos.

¿La pandemia nos puso a prueba?

Definitivamente, la pandemia nos puso a prueba absolutamente a todos y el sector modular no fue ajeno a ello, las empresas del rubro tuvieron que enfocar esfuerzos en temas como la innovación, la creatividad, la flexibilidad y la rapidez para abordar nuevas soluciones, todos ellos fueron factores clave de diferenciación entre las empresas del sector.

La pandemia llevó a los clientes a una necesidad acelerada por proyectos eficientes en costo y plazo, los sectores de infraestructura y minería solicitaban proyectos con gran celeridad que permitieran guardar el distanciamiento social y la disminución del aforo. Esta necesidad de

¿En qué consiste la construcción modular y cuáles son sus principales bondades?

Técnicamente, como lo menciona el Modular Building Institute, la construcción modular consiste en el proceso por el cual una edificación se construye fuera del sitio, bajo condiciones controladas, utilizando materiales similares o no convencionales, pero diseñado con los mismos códigos y estándares que las instalaciones construidas convencionalmente, en casi la mitad del tiempo.

De acuerdo a nuestra experiencia, podemos mencionar que son dos las principales bondades que la hacen decisivas para optar

* Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de Ingeniería. Maestro en Gestión de la Construcción y especializado en Dirección de Proyectos Complejos. Cuenta con quince años de experiencia profesional. Ha sido Jefe y Gerente de Proyectos de empresas de construcción modular como Nexcom y Nexos Perú. Actualmente, es Director de Proyectos colaborativos Gobierno a Gobierno bajo la modalidad de contratación NEC3 Opción F.



Figura 1: Junio del 2021, el grupo Broad de China ha construido (ensamblado) un edificio modular de diez pisos en 28 horas y 45 minutos, hazaña de construcción modular que bate récords de costo y tiempo.

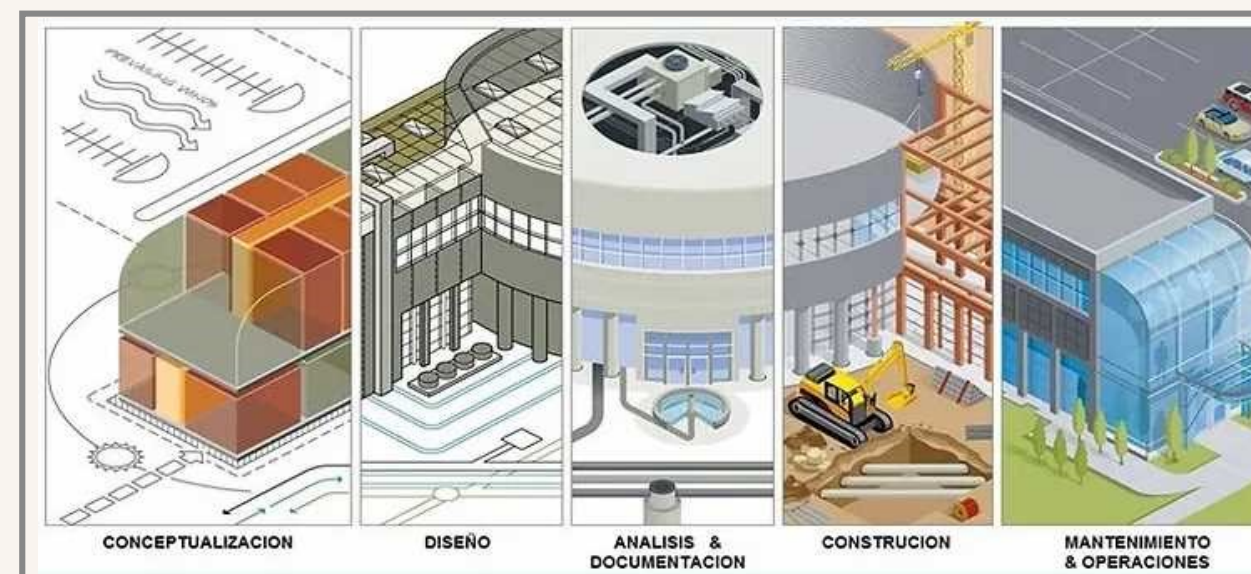
edificaciones modulares ágiles e innovadoras no estuvo presupuestado ni en el sector público ni el privado, mucho menos en la minería, donde debido a la COVID-19, la demanda de campamentos, alojamientos, comedores, oficinas y postas médicas fue constante, los clientes tuvieron que afrontar con agilidad su solicitud de adquisiciones y tomar decisiones con base en las propuestas más ágiles e innovadoras.

¿Cómo podríamos innovar en el sector modular peruano?

La innovación modular viene definido claramente desde el diseño, todas las obras en etapa de diseño tienen espacio para evaluar nuevos sistemas constructivos que son factibles incorporar en etapas tempranas. Es en ese espacio que hay una oportunidad para replantear la utilización de sistemas prefabricados e industrializados que permitirían aumentar la productividad de la industria; asimismo, el orquestar estos elementos digitalmente mediante las últimas tecnologías como el BIM (Building Information Modeling) y gestionadas mediante metodologías ágiles del PMI (Project Management Institute) y el VDC (Virtual Design Construction) con un marco contractual NEC (New Engineering Contract), puede ser un camino para lograr la eficiencia y productividad que nuestros proyectos modulares requieren y, sobre todo, lograr los resultados esperados en costo, plazo y satisfacción del cliente.



Figura 2: Herramientas como BIM, LEAN, IPD, VDC podrían generar resultados satisfactorios para los proyectos hospitalarios modulares de mediana a gran envergadura.



¿Es la innovación la herramienta de diferenciación en el mercado modular peruano?

Por supuesto, en una época en que la diferenciación no es fácil, ya que la competencia puede fácilmente copiar y hasta predecir el lógico paso siguiente de sus pares, además que todas las empresas modulares utilizan las mismas técnicas de fabricación, transporte y montaje; la innovación pasa a ser la única herramienta para lograr una diferenciación relevante. La búsqueda de la innovación modular en nuestro sector para enfrentar los retos de la pandemia se vuelve el máximo recurso estratégico para una diferenciación sostenida. Pero no la innovación gradual, lógica, previsible, sino una innovación que agregue valor a los clientes de los sectores infraestructura y minería.



Figura 4: Nexos Comerciales (Nexcom), en el 2019, pudo enfrentar con éxito un reto de fabricación, transporte y montaje de 1000 módulos prefabricados para PRONIED (70 000 m²) a lo largo del 80 % del Perú en un plazo muy corto, producto de su agilidad en la ejecución del montaje. Dicha secuencialidad y agilidad podría aplicarse en proyectos hospitalarios modulares para enfrentar la pandemia.

¿Por qué tienen baja productividad los proyectos de construcción modular en el Perú?

Simplemente, porque no estamos a la vanguardia tecnológica en comparación a otros sectores. La industria de la construcción modular peruana mantiene una histórica baja productividad debido a su casi nula innovación



Figura 5: Smart Camps (Nexos Perú), en el 2020, tuvo un crecimiento exponencial durante la pandemia producto de la innovación en sus propuestas, su productividad en la fabricación y la aplicación de metodologías ágiles durante la ejecución del montaje. La forma de gestión innovadora mediante LPS, Ágile PMI y KPI podría aplicarse en futuros proyectos hospitalarios modulares para enfrentar la pandemia, si a ello se le sumara innovación tecnológica como BIM, VDC y NEC3, los resultados serían considerablemente satisfactorios.

a pesar de tener las herramientas para hacerlo. Actualmente, se mantienen regulaciones que no favorecen al éxito de los proyectos, se cuenta con esquemas contractuales obsoletos, sumado a un pobre o nulo entendimiento de quien encarga el proyecto y con vicios ocultos tanto en la ejecución de los proyectos como en los sistemas de contratación, lo que nos lleva a entender que es necesario cambiar las cosas en la industria, el sector modular debe entrar a aplicar herramientas ágiles de gestión, no podemos estar administrativamente ni productivamente retrasados veinte años, los proyectos tienen que ser ágiles. De igual forma, la producción en planta debe enfocarse en disminuir todos los desperdicios posibles, la logística debe enfocarse en los indicadores clave, el transporte debe enfocarse en analizar los riesgos ya que son factores clave en proyectos masivos y el montaje debe alinearse necesariamente a manejar indicadores EVM (Earned Value Management) y LPS (Last Planner System) e integrar al proyecto a los clientes y usuarios generándoles entornos colaborativos mediante reuniones ICE (Integrated Concurrent Engineering).

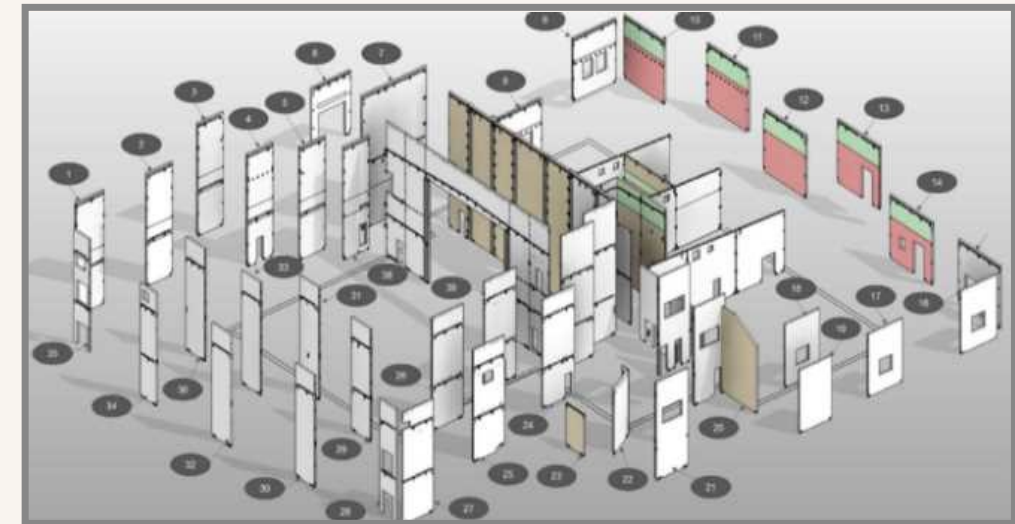


Figura 6: Ejemplo de kit de piezas de paneles prefabricados en la plataforma BIM.



Figura 7: Ejemplo de Modelo 3D de paneles prefabricados en la plataforma BIM.

¿Qué sucedió en China que nos marca la pauta hacia el nivel de productividad que debemos llegar en construcción modular?

En febrero del 2020, y en solo diez días de trabajo, China inauguró el Huoshenshan Hospital, en la ciudad de Wuhan, hospital modular de 25 000 m² con 1000 camas y 1400 empleados. Las obras se ejecutaron entre el 23 de enero y el 2 de febrero.

La rapidez de las obras asombró al mundo y demostró la efectividad de la construcción modular, modalidad que apunta a la eficiencia y que incluye el ensamblaje de módulos

fabricados en cadena, con un importante rol de tecnologías de la información como Building Information Modeling (BIM) y gestión mediante VDC (Virtual Design Construction).

Si bien el Huoshenshan Hospital es el que más revuelo internacional causó, luego existió un segundo hospital aún más asombroso en tamaño, el Leishenshan Hospital, en la otra orilla del río Yangtzé, también en el epicentro del coronavirus, en Wuhan. Este segundo hospital inició sus obras el 23 de enero y terminó el 5 de febrero, doce días de construcción, pero con una capacidad de 1600 camas.



Figura 8: Construcción modular del Houshenshan Hospital en Wuhan - China en diez días, hazaña mundial de construcción modular, efectuado a raíz de la pandemia y, en adelante, nuestro modelo de productividad y gestión para proyectos modulares hospitalarios peruanos.

¿Cómo el montaje de módulos prefabricados elevó el nivel de productividad del Houshenshan Hospital en China?

Una coordinación milimétrica en todas sus etapas durante los diez días de trabajo intensivo, con decenas de grúas y miles de montajistas, demostró el nivel de productividad de China en construcción modular, la secuencialidad y sectorización en el montaje de cientos de módulos prefabricados fue clave, sumado a elevados KPI logísticos, de transporte y administrativos, hicieron que el proyecto nunca cambie su línea base proyectada.

Adicionalmente a ello, la aplicación de LPS (Last Planner System) y metodologías ágiles de gestión de proyectos llevaron a que este hospital modular sea una realidad.

¿Cómo logró China construir hospitales modulares de gran envergadura en diez días?

Lo primero fue estudiar y analizar las lecciones aprendidas del hospital Xiaotangshan, en Beijing (2003), el cual se construyó para afrontar la emergencia sanitaria del virus SARS- CoV-2. Con dicha experiencia se propusieron mejoras en diseño y planificación, así como en los procesos de logística y

suministros, además de corregir elementos de funcionalidad, con base en la experiencia de haber operado el primer modelo.

Además, se consideraron factores concretos de aceleración en obra, como el uso intensivo de maquinarias, incluyendo cien equipos de trabajo para lograr nivelar el terreno en solo 48 horas. Para esto, se organizaron turnos 24/7 con una alta participación de técnicos especialistas en montaje, que a pesar del mayor costo (150 US\$/día), logran importantes ahorros en tiempo gracias a su experiencia.

Por otra parte, hay que considerar que los hospitales modulares de Wuhan son hospitales modulares temporales, por lo que no consideran en su diseño sofisticaciones; de esta manera, su estructura fue diseñada con propósitos funcionales, incluyendo iluminación natural en pasillos y otras áreas comunes. En interiores se diseñaron todos los ductos de climatización y eléctricos sobrepuestos a las paredes o bien colgantes de los cielos, a la vista.

En cuanto a la cimentación y obra gruesa, una vez nivelado el terreno, se utilizaron capas de geotextiles de ancho extendido, para una instalación en menor tiempo, cubiertas con una losa de concreto de secado rápido. Sobre la losa se instalaron perfiles metálicos

para la fijación de estructuras compuestas por marcos prefabricados de acero, unidos mecánicamente por tornillos en sus esquinas. Las paredes y sobrelosas, similares a paredes frigoríficas de metal y aislante inyectado, fueron prefabricadas también, incorporando ventanas y puertas, de acuerdo con las dimensiones de las estructuras. Los edificios fueron diseñados en dos plantas.

Finalmente, se logró según lo planificado, construir ambos hospitales en menos de dos semanas, comenzando su operación en forma inmediata y con un costo final de US\$ 43 MM (sin considerar equipos ni habilitación).

¿Y en relación con el confort?

Los módulos en el Houshenshan Hospital están fabricados con paneles aislantes de lana de roca para garantizar el confort térmico y ambiental de los pacientes, cumpliendo así todos los estándares de calidad de cualquier hospital moderno.

Adicionalmente a ello, cumplen las más exigentes especificaciones de diseño, como el sistema de presión negativo de aire que garantiza la estanqueidad de las salas de aislamiento. Pero el verdadero logro del hospital, la característica que ha salvado vidas, es la rapidez de su puesta en servicio gracias al empleo de lo que conocemos como panel sándwich con núcleo de lana de roca, PUR o PUR.

¿Por qué construir con panel sándwich?

El panel sándwich es el producto estrella en la construcción modular, conformado por dos chapas externas rígidas y un núcleo central. Las chapas externas pueden ser de diferentes materiales, según las necesidades de la instalación (acero inoxidable, prelacado, etc.) y un núcleo con material aislante que necesite: poliuretano para la temperatura, lana de roca para el sonido, etc.

El panel sándwich ofrece una combinación única de resistencia, ligereza y economía,

que es el factor fundamental a la hora de analizar la viabilidad de un proyecto. El ahorro de costes de construir con panel sándwich abarca desde el precio de los paneles hasta la rapidez de entrega del edificio y la facilidad de montaje, menos exigente de mano de obra especializada.

¿Cuál es la estadística de necesidad hospitalaria en el Perú por efectos de la pandemia?

Un reporte del Ministerio de Salud (Minsa) advierte que el 51 % de hospitales peruanos y el 95 % de los laboratorios del Instituto Nacional de Salud (INS) cuenta con equipamiento obsoleto.

Según informa el Minsa, se necesitan 281 institutos de primer nivel para alcanzar el óptimo asistencial de 1355 (incremento del 20,7 %) y en cuanto a hospitales se necesitan 172 para llegar a la cantidad óptima de 303 (incremento del 56,2 %).

Por lo tanto, se evidencia un considerable déficit del sistema sanitario peruano a nivel asistencial que con la llegada de la pandemia a elevado exponencialmente la necesidad de hospitales modulares en el Perú.

¿Es posible construir un hospital como el de Wuhan - China en el Perú?

Lamentablemente, no es posible a dicha escala, actualmente estamos muy alejados de lograr tales hazañas en materia de construcción modular, pero a pequeña escala es totalmente posible y prueba de ello es que actualmente se viene ejecutando hospitales modulares a cargo de las empresas líderes del sector modular en el Perú. No obstante, el hospital de Wuhan es un ejemplo a gran escala de lo que es capaz la construcción modular mediante el empleo de materiales prefabricados y es, en adelante, nuestro modelo a seguir a nivel de productividad y gestión, sobre todo en estos momentos en que debemos afrontar la pandemia en nuestro país.



TENDENCIAS METODOLÓGICAS EN HERRAMIENTAS PARA GESTIÓN DE NEGOCIOS



Ing. y MBA Luis Fernández Aguilar*

Cuando empezaba mis estudios de Ingeniería, leí una fábula que influyó en la manera como ahora desarrollo mis actividades profesionales, dentro de lo cual se incluye el presente artículo. La narración hablaba de dos pueblos separados por un río, uno era el de los “académicos” y el otro el de los “prácticos”. Ambos mantenían un mutuo desdén. El río los separaba y no tenían manera ni interés en pasar de un lado al otro.

Río abajo, había un pequeño grupo de personas que estaba construyendo un puente. Estas personas no eran apreciadas por ninguno de los dos pueblos. Los académicos

los consideraban simplistas y que con frecuencia vulgarizaban conceptos profundos. Los prácticos los tenían como gente poco productiva y que sobreanalizaba problemas simples. Me identifiqué inmediatamente con estas personas. Aún me gusta conceptualizar, pero también disfruto de la aplicación práctica.

Es así como encontré lo que es hoy mi trabajo y mi pasión: las herramientas metodológicas y su apoyo, las herramientas tecnológicas. Ambas son instrumentos que facilitan “aterrizar” la teoría y llevarla a la práctica. En esta ocasión daré énfasis a las primeras. Sobre las segundas hay muchas fuentes. Presentare dos megatendencias: Business Agility y Method Engineering. A fin de clarificar estos temas, previamente resumiré el contexto de cambio en los negocios y las definiciones relativas a herramientas metodológicas.

CAMBIO CONSTANTE Y EN ACELERACIÓN

La permanente aceleración del cambio es una megatendencia en el entorno de los negocios, que determina las herramientas para enfrentarlo. Se sabe que en las últimas décadas se ha incrementado la velocidad de cambio en el mercado y que las formas de competencia son ahora más variadas

(ver figura 1). Es por ello que las empresas requieren aprender, desaprender y reaprender con mayor frecuencia que antes (1), es decir, requieren adaptarse a los cambios de manera más ágil. Para muchos esto es claro y hasta obvio; sin embargo, pocos saben el “cómo”.

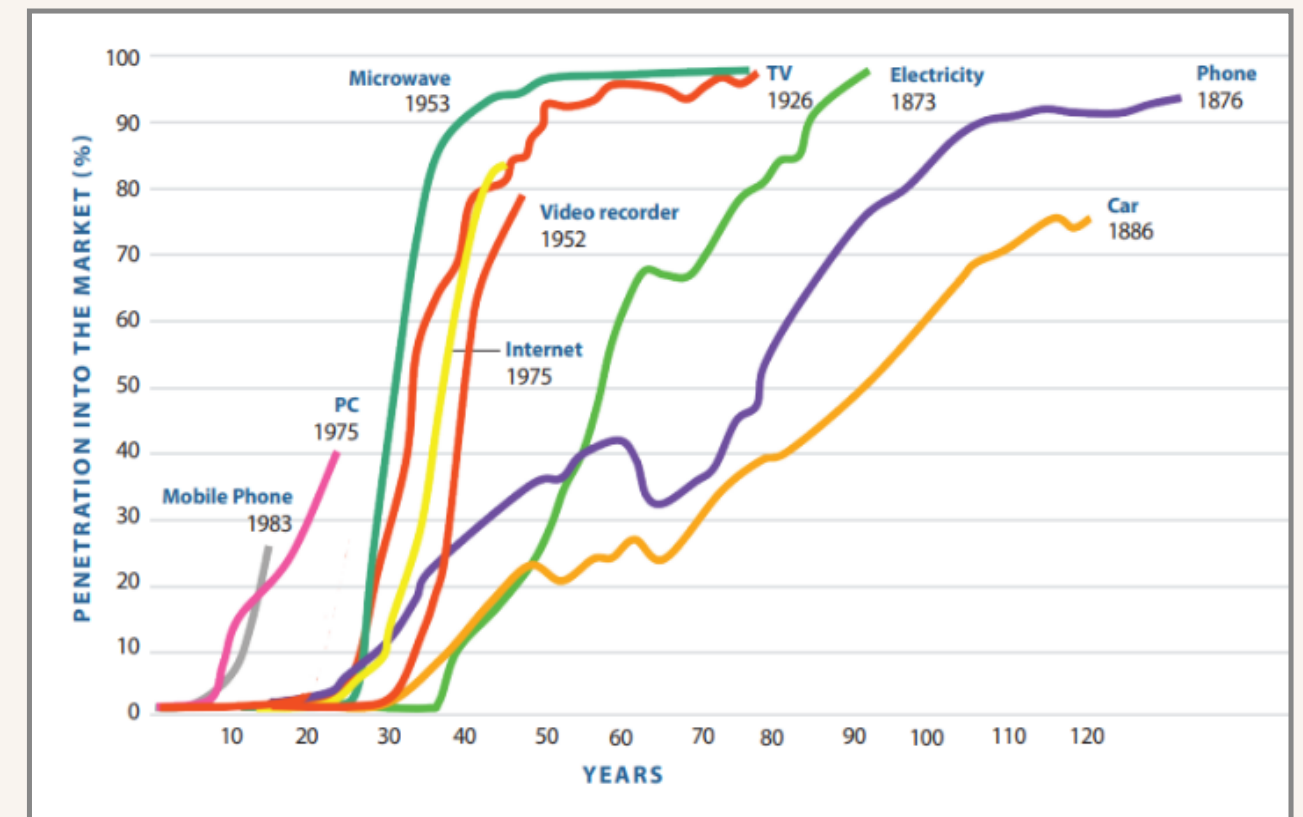
HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS

La encuesta que anualmente desarrolla Bain & Company sobre tendencias en gestión de negocios menciona como “herramientas de gestión” el planeamiento estratégico, la transformación digital y varias otras de amplio alcance. Sin embargo, también se consideran herramientas de gestión una ficha de indicador o un tablero Kanban, y a varias otras de alcance muy específico. Puede notarse que hay diversidad de criterios, por lo cual creemos que resulta útil contar con una clasificación en tres niveles, de mayor a menor alcance (ver figura 2).

Frameworks metodológicos: Definiciones de alcance, subdivisiones y prácticas relativas a cierta área de conocimiento. Establecen lineamientos generales para resolver un tipo o familia de retos. Ejemplos: la guía del PMBOK, las normas ISO 9000, el Balanced Scorecard, Scrum, OKR, etc.

Circuitos metodológicos: Secuencias de unidades metodológicas específicas para resolver retos específicos. Ejemplos: gestión de proyectos, gestión de procesos, planeamiento estratégico, desarrollo ágil de cambios, gestión por objetivos.

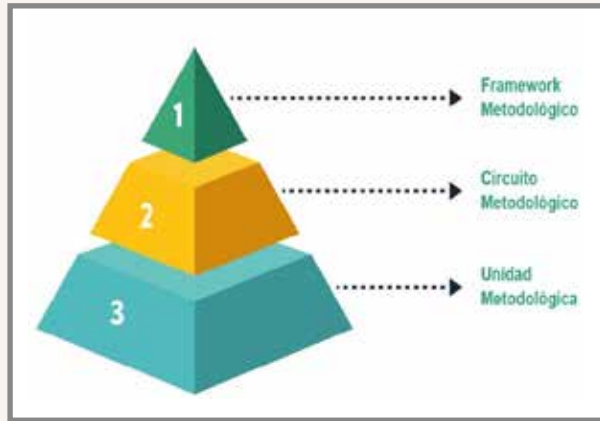
Unidades metodológicas: Herramienta que permite obtener un entregable intermedio muy preciso. Ejemplos: FODA, matriz de Ansoff, lienzo del modelo de negocio, diagrama Gantt, diagrama de flujo, ficha de indicador.



Fuente: INCOSE (2014).

Figura 1. La velocidad de cambio en el mundo y, en consecuencia, en las organizaciones se viene incrementando exponencialmente.

* Ingeniero de Sistemas por la UNI, con MBA de la UP, Posgrado en el Programa de Alta Dirección de la Universidad de Piura. Cuenta con más de veinte años de experiencia en diseño e implementación de Modelos de Gestión a la medida, de nivel estratégico u operacional, integrando OKR, KPI, BSC y Scrum en importantes empresas del medio local y del exterior. Ponente de trabajos de investigación y conferencista en eventos internacionales. Fundador de Metodologías Más Soluciones (M+S).



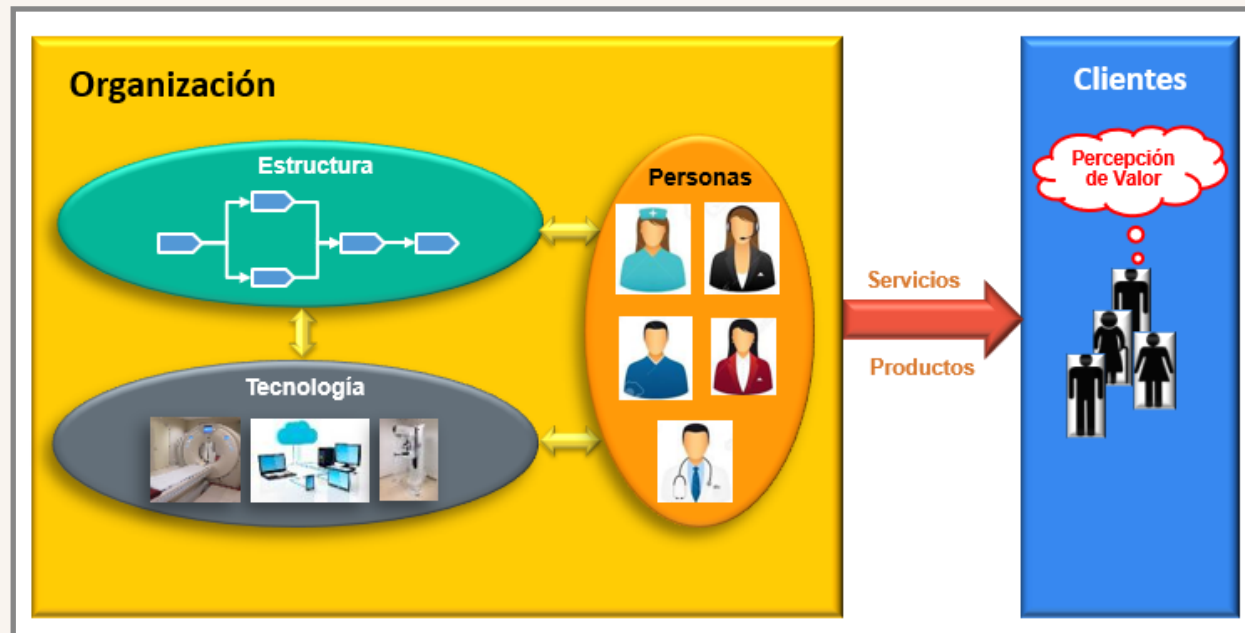
Fuente. M+S (2021)
Figura 2. Las herramientas metodológicas y sus niveles de abstracción o generalidad.

MEGATENDENCIA 1: BUSINESS AGILITY

Algunas empresas vienen realizando los primeros intentos para desarrollar agilidad buscando “escalar” los beneficios logrados con las metodologías ágiles para gestión de proyectos. Para ello emplean enfoques entre los cuales destacan Scrum de Scrums, LeSS y SAFe 5.0. Sin embargo, dichos escalamientos no vienen logrando muy buenos resultados

debido a que una empresa: a) tiene mucha mayor complejidad que un proyecto; y b) tiene varias características distintas a las de un proyecto. Esto último debido a los proyectos se definen como esfuerzos temporales que generan un producto único. Por el contrario, no se espera que una empresa exista temporalmente, sino que sea sostenible. Además, no crea un resultado único, sino múltiples productos, generalmente, de tipos diversos.

Una empresa es un sistema de componentes diversos y sus límites en algunos casos no están muy definidos, ya que requieren colaborar con personas y organizaciones en ecosistemas o redes. Sin embargo, se reconoce que hay tres grandes tipos de componentes que tienen impacto en la manera como una empresa genera productos y servicios para sus clientes (ver figura 3). La **estructura** es la manera como se subdividen y conectan las tareas. La **tecnología** incluye la informática y otros tipos de herramientas generadas por el conocimiento acumulativo. Las **personas** son el elemento esencial y, a la vez, más complejo, es especial en lo relativo a la cultura corporativa. Son los



Fuente. M+S (2021)
Figura 3. Las personas, la estructura y la tecnología son tres subsistemas para considerar en el análisis y el diseño de cambios significativos.

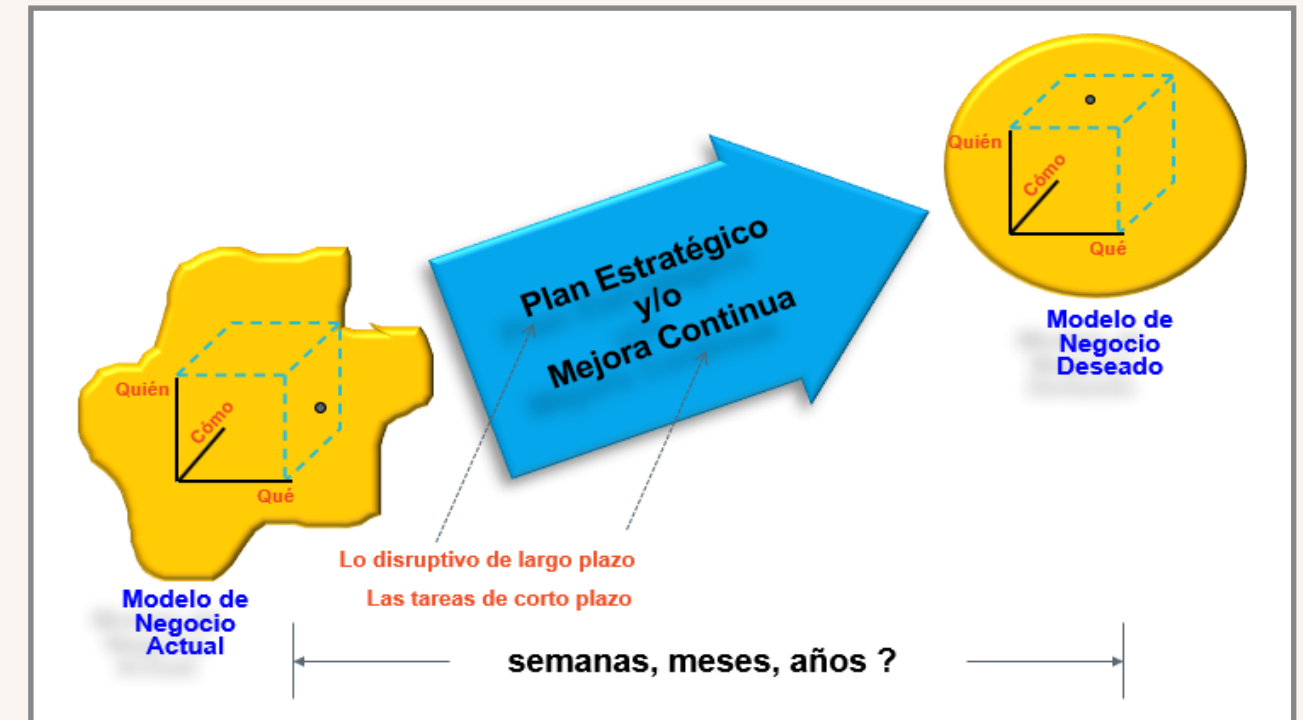
que dan lugar a un buen uso de la tecnología y a un funcionamiento efectivo de la estructura.

La adaptabilidad ágil se puede entender como el resultado de los cambios en cada uno de los tres subsistemas mencionados. Dichos cambios pueden ser grandes y transformacionales, pequeños, del tipo mejora continua.

Sin embargo, la razón de fondo por el cual el escalamiento no es el mejor enfoque para introducir agilidad a escala de toda una organización es que estas se gestionan con otras herramientas y conceptos propios de

la gestión estratégica. No de la gestión de proyectos.

Una manera de tener una representación mental más clara de esta área de conocimiento es considerar que son tres los grandes ámbitos a definir para caracterizar una empresa y su estratégica: **el quién, el qué y el cómo**, los segmentos de clientes a los que se ha elegido como mercado objetivo; los productos y la promesa de valor en los que ha decidido enfocarse; los procesos, las tecnologías y los actores que le permitirán producir y llevar los productos a sus clientes. Esto extiende el ámbito de análisis (ver figura 4).



Fuente. M+S (2021)
Figura 4. Según la magnitud y frecuencia de cambios en el entorno se requiere responder con un plan de amplio alcance o con tareas específicas.

MEGATENDENCIA 2: METHOD ENGINEERING

Como muchos conceptos para gestión de negocios, la ingeniería metodológica ha surgido de la ingeniería de *software*. Su propósito es establecer los criterios para construir metodologías de la mejor forma posible. La

premisa de base: no existe una metodología o *framework* aplicable para todos los casos. Dentro de este cuerpo de conocimientos viene tomando forma un subconjunto lineamientos bajo el nombre de Situational Method Engineering (SME). Es una corriente de pensamiento originada a mediados de los noventa en Holanda, Finlandia, Suiza,

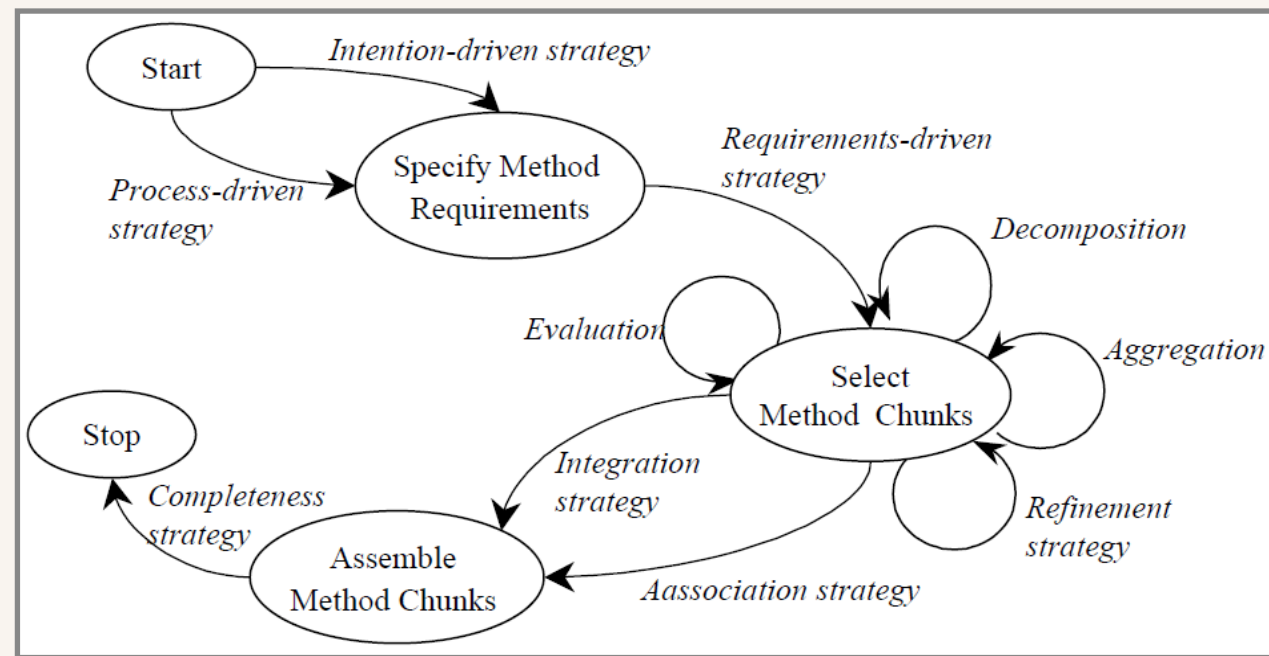
Francia, Suecia y Australia, países de un polo intelectual distinto al norteamericano, de donde usualmente recibimos las novedades técnicas.

Una de las estrategias que la SME viene utilizando con mayor frecuencia es la ingeniería metodológica basada en ensamblajes (ver figura 5). Esta estrategia tiene como objetivo construir un método “sobre la marcha” que se adapte de la mejor manera posible a cada problemática. Consiste en la selección de componentes o fragmentos de método,

existentes que satisfagan los requerimientos situacionales para luego ensamblarlos.

Los fragmentos de método existentes y los contruidos a la medida de cada caso son activos reusables. A este conjunto los denominamos *toolkits*, o caja de herramientas, los cuales pueden organizar para fines específicos.

Otro campo de conocimiento en el sentido de la IMS y que viene siendo promocionado por el Project Management Institute (PMI) es Discipline Agile (DA), el cual se desarrolló en



Fuente: Ralytė J., R. y otros (2003)
Figura 5. Ingeniería metodológica basada en ensamblajes.

IBM a partir del 2009 como una respuesta a las debilidades de los enfoques ágiles más difundidos. DA es un *framework* (aunque sus impulsores dicen que no lo es) basado en la creación de procesos o ciclos de vida a la medida de cada situación. Por ello, lo consideramos parte de la tendencia de la “ingeniería metodológica”.

Para ello, DA cuenta con un amplio *toolkit* y algunos patrones de ciclos de vida (seis

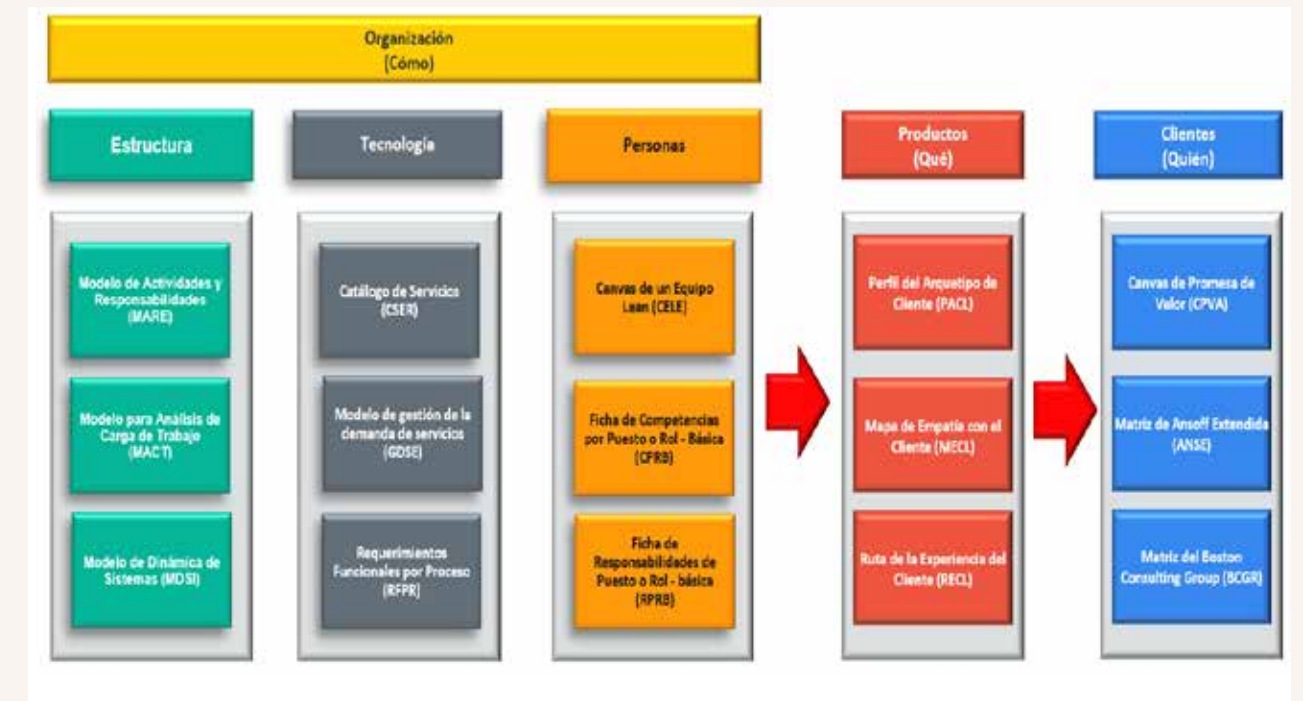
hasta ahora). Es en este punto en que puede notarse una similitud con el enfoque de la ingeniería metodológica situacional, aunque muy simplificada; sin embargo, en su limitada forma actual, creemos que es más flexible y completo que otros *frameworks* ágiles.

En el 2019, S. Ambler y R. Lines –ya fuera de IBM, y como fundadores de la empresa Disciplined Agile Consortium– lanzaron el libro *Choose Your WoW!* (WoW: Way of Work). Ese

mismo año, esta empresa fue adquirida por el Project Management Institute (PMI), que con esta adquisición busca liderar el movimiento Agile, a la vez que ataca directamente a Scrum, el actual *framework* líder, una de cuyas carencias importantes es la falta de un *toolkit*.

Tanto con la IMS o la DA se emplean herramientas metodológicas específicas, las cuales requieren secuenciarse y personalizarse a la medida de cada empresa. Sin embargo, no basta un conjunto de *toolkits*, sino que es

necesario un *framework* (marco organizador) que facilite ubicar el o los instrumentos adecuados para cada cambio o adaptación ágil de algún aspecto de la empresa. Sin embargo, para que un *framework* como el mencionado resulte efectivo requiere haber sido refinado a través de múltiples experiencias y haber sido confrontado contra las bases conceptuales más avanzadas. En la figura 6 presentamos un *framework* consistente con Business Agiliy, dentro del cual hemos incluido tres ejemplos de unidades metodológicas en cada bloque.



Fuente: M+S (2021).
Figura 6. *Framework* y algunos ejemplos de *toolkits* aplicables para el diseño de organizaciones ágiles y adaptativas desde un enfoque de la gestión estratégica.

REFERENCIAS

- Incose. (2014). *A World in Motion - Systems Engineering Vision 2025*.
- M+S. (2021). *Toolkits, Mentoring y Consulting*. www.metodologias.net.
- PMI. (2019). *Disciplined Agile Overview*. [Video de YouTube]. <https://youtu.be/dHNnYtCj5oc>
- Ralytė J., y otros. (2003). *Situational Method Engineering*.
- Wagner, P. (22 de junio de 2018). *The Road to Ubiquity is Getting Shorter*. <https://www.statista.com/chart/14395/time-innovations-needed-for-50-million-users/>



LAS FALLAS COMO ÉXITO EN LA INGENIERÍA

Artículo dedicado a la memoria del Ing. Héctor Gallegos Vargas



Ing. Fransiles Gallardo Plasencia*

Los pequeños objetos, como las grandes estructuras, pueden contener errores y horrores en su diseño, fabricación, construcción, implementación o mantenimiento, estos defectos conducen a fallas de diversos grados y magnitudes.

En los elementos más grandes o más impresionantes las fallas son desastrosas, porque cuanto más imponentes sean las estructuras, más feroces son las consecuencias de estas fallas.

Identificar una falla es importante para entender a la ingeniería. El diseño y el método de la ingeniería para resolverlas tienen como propósito evitarlas. Equivocarse, cometer un error, es el germen de aprender y enseñar.

El fracaso reconocido y analizado procura la certeza de ser seguido del éxito en nuevos objetos, señala el Ing. Héctor Gallegos Vargas en su libro *La ingeniería, el éxito de las fallas*.

El término falla proviene del latín *fallere* y la Real Academia Española lo define como "un defecto material de una cosa que merma su resistencia". Falla es una condición no deseada que hace que el elemento no desempeñe la función para la cual fue diseñada. Una falla no necesariamente produce colapso o catástrofe.

Una minúscula y a veces impredecible falla puede ser el inicio de un estrepitoso fracaso; a veces de dimensiones incalculables y al autor, puede volverlo famoso, pero para mal, y por mucho tiempo.

Las consecuencias de una falla no son iguales ni tienen las mismas connotaciones. En algunas circunstancias no pasa de ser un simple defecto, un corregible error o una sacrificada víctima "en aras de la ciencia", como precio por la investigación y los experimentos. "Prueba y error", lo llaman.

En el tratamiento de las fallas, la honestidad y el manejo ético del problema es determinante, indica precisamente en su libro el Ing. Héctor Gallegos Vargas.

"La aceptación de esa falla, su análisis y la enseñanza que genere a posteriori, medido a través de la inteligencia, la humildad y la autocrítica severa y honesta; pueden originar en la persona, en el profesional competente y en

* Ingeniero civil, Gerente de obras en entidades públicas y privadas. Obtuvo el reconocimiento del Colegio de Ingenieros del Perú, 2012. Escritor, compositor y poeta. Premio Amauta del Gremio de Escritores del Perú, 2019. Premio Nacional de Poesía del Gremio de Escritores del Perú, 2015. Tiene siete libros publicados y ha sido incluido en varias antologías.



la sociedad que lo rodea grandes esperanzas, realizables sueños, mejores logros, grandes enseñanzas y, en consecuencia, mejores experiencias personales, profesionales y humanas".

Dentro de la casuística, son veinte aleccionadores acontecimientos los que el ingeniero Héctor Gallegos Vargas describe y analiza en su libro con la sapiencia de un trotamundos de la ingeniería.

- El puente sobre el río Quebec:

El ingeniero Theodore Cooper extendió innecesariamente la luz prevista de 480 a 540 metros. El constructor no recalculó la estructura, que el peso incrementado deformaría. Cooper sostuvo que las deformaciones eran previas a la instalación.

El 29 de agosto de 1907 dos elementos en compresión se pandearon y arrastraron la estructura, 69 trabajadores no sobrevivieron.



- El Titanic

Era el trasatlántico más grande y lujoso jamás construido. La noche del 14 de abril de 1912 chocó contra un iceberg en lado de estribor y



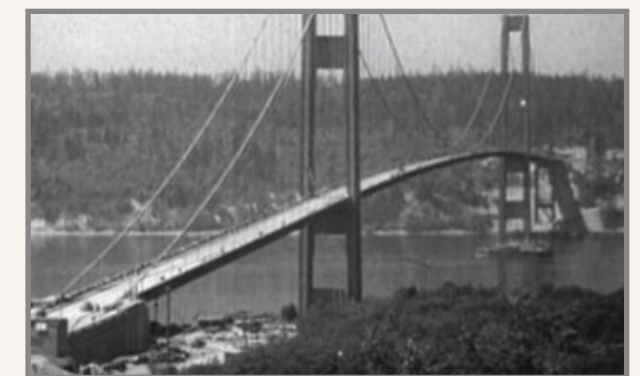
se hundió en menos de tres horas. Murieron 1512 personas y es considerada una de las catástrofes marítimas más grandes en tiempos de paz.

El trasatlántico no disponía de suficientes botes salvavidas y estructuralmente los compartimentos estancos debían ser elevados y equipados con doble casco hasta la línea de protección.

- El puente Tacoma Narrows

El 7 de noviembre de 1940, cuatro meses después de abrirse al tránsito, se produjo su espectacular colapso. Su estructura de 2 km de largo y 1 km de luz quedó sumergida en el fondo del río, en Washington.

Colapsó porque esta obra penetró en el rango de la inestabilidad aerodinámica. Su destrucción se originó cuando el puente vibró torsionalmente por las ráfagas de viento de 60 km/hora.



- La gran represa de Aswan

Demoró 10 años su construcción y fue inaugurada en 1971. Se invirtió un billón de dólares y su objetivo era regular el sistema de riego del río Nilo y producir energía.



La gigantesca obra fue calificada como maravilla del mundo. Tiene 111 metros de altura y 1000 metros de ancho. El espejo de agua es de 480 km de largo y 16 km de ancho. Técnicamente impecable. Ambientalmente y financieramente, un fracaso y un retroceso.

Las grandes fallas no analizadas en el proyecto fueron:

- La adquisición de 1 millón de toneladas de fertilizante para compensar los 40 millones de toneladas de limo que libremente el río Nilo depositaba.
- La desaparición de la pesca marina en el delta del Nilo y del mar Mediterráneo por la falta de nutrientes, que se depositan diariamente en el fondo de la represa.
- La producción de energía eléctrica no satisface la demanda de esta zona del África.

- La explosión del transbordador espacial Challenger

A los 73 segundos de despegar en Cabo Kennedy, el 26 de enero de 1986, explotó, muriendo siete astronautas del proyecto.



El lanzamiento se hizo con una temperatura de -2 grados, que congela el agua. Debido a esto, un insignificante pero crucial sello anular, que impedía la fuga de combustible al congelarse, perdió flexibilidad. Lo mismo sucedió con el sello anular alterno, fugando el combustible que fue encendido por las llamas de la combustión impulsora, originando la explosión.

- El desastre de Chernóbil

Es considerado el accidente nuclear más grave de la historia. Sucedió el 26 de abril de 1986 en Pripiat, Ucrania, durante la simulación de un corte de energía eléctrica.



Un súbito aumento de potencia en uno de los reactores produjo sobrecalentamiento del núcleo, originando la explosión del hidrógeno en su interior.

Se calcula que el material radiactivo liberado fue 500 veces mayor al diseminado por la bomba arrojada en Hiroshima en 1945. Evacuaron 135 mil personas y murieron 31.

- Las Torres Gemelas del World Trade Center

La mañana del 11 de setiembre del 2001, dos aviones de 200 toneladas cargados con 100 metros cúbicos de combustible destruyeron a las Torres Gemelas del World Trade Center en Manhattan, Nueva York.

La explicación oficial fue que “el acero, como barra de refuerzo, es muy vulnerable al fuego; a temperaturas relativamente bajas se deforma, y si la temperatura aumenta, se amelchoca (sic) y hasta se derrite, perdiendo su competencia resistente”.



Las barras de acero se protegen con barreras antifuego, como el concreto. Lo que ocurrió fue el colapso de las torres en su plomo, originada por la pérdida total de resistencia de los elementos verticales de sustentación, en uno o varios niveles, produciendo un colapso progresivo.

La protección contra el fuego fue construida defectuosamente. Roberston, el proyectista estructural, entre sollozos dijo: “Si hubiera engrosado los perfiles se hubieran salvado una, diez, cien, mil personas más”.

La versión oficial señala que las torres estaban mal diseñadas y construidas.

Pero existe una versión extraoficial: la de la conspiración.

- Fuga de petróleo en el golfo de México

El 20 de abril del 2010 explotó un pozo petrolero y su plataforma. Murieron once personas y desató el peor derrame de crudo marítimo en la historia de Estados Unidos. La marea negra cubrió un área de 180 mil km², destruyendo la flora, la fauna y la economía de millones de personas.



Los ingenieros de British Petroleum demoraron 106 días para recoger los 8 millones de toneladas de crudo vertidos sobre el mar del Golfo de México.

CONCLUSIONES

Las fallas, aunque impredecibles, pueden minimizarse y hasta evitarse si se efectúa vigilancia extrema en el diseño y los cálculos, en la resistencia de los materiales y sus niveles de fatiga, así como en la dosificación suficiente y necesaria de los materiales, para lograr la resistencia exigida con los valores de seguridad requeridos.

Mantener siempre un ojo crítico y clínico en los detalles de fabricación y construcción de los elementos, en su instalación, colocación y puesta en funcionamiento, y en el mantenimiento posentrega de todos los elementos, estructuras, obras y servicios.

Aquí el testimonio del ingeniero estadounidense Samuel C. Florman, que es bastante ilustrativo:

En uno de mis primeros trabajos me encargaron diseñar y adquirir puntales de madera para soportar el encofrado de una estructura de concreto. Hice los cálculos y comparé los consumos de madera. Finalmente ordené comprar una camionada de puntales de 3 m y de 6" x 6".

El ingeniero supervisor furioso dijo: “¿Quién es el idiota que ha comprado estos puntales?”. Me identifiqué como el idiota y le pregunté cuál era el problema. “¡No sabes que en obra se usan puntales de 4" x 4"!”. Le expliqué sobre mis cálculos estructurales y económicos óptimos.

Me volvió a llamar idiota. “¡El puntal de 6" pesa 60 kilos y los obreros se niegan a cargarlos; pero los de 4" pesa menos de la mitad y un trabajador lo transporta con facilidad! ... ¡Si quieres la prueba en directo, ven y carga uno de los troncos que has ordenado”.

NUEVAS TENDENCIAS Y HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN OBRAS



Ing. Ramiro Castro Ochoa*

Hoy en día, prácticamente no existe aspecto alguno de la vida cotidiana, o de la gestión de las organizaciones, donde no se haga referencia a la “calidad”. Aun cuando se trata de un término aparentemente conocido, corresponde precisarlo en cuanto a su definición como paso inicial para su profundización y puesta en práctica, más aún en el caso del sector construcción en donde, al menos en el Perú, tal concepto lleva alrededor de veinte años de desarrollo, tiempo más que suficiente para ensayar algunas ideas y conclusiones importantes.

Calidad es, según la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), el “grado en que un conjunto de características inherentes cumple los requisitos”. Dicho de otra manera,

la calidad está orientada al cumplimiento de los requisitos que establece un usuario, un propietario o cualquier persona u organización que recibe, o recibirá, un producto y/o un servicio por parte de algún proveedor (que también puede ser una persona o una organización).

Philip Crosby señaló algunas décadas atrás que “calidad es hacerlo bien al primer intento”, concepto que compartimos por completo, ya que ninguna organización está en capacidad de solventar económicamente sostenidos errores en búsqueda de la excelencia (y mucho menos un cliente). Más atrás en el tiempo, Henry Ford solía señalar que “calidad significa hacerlo bien cuando nadie está mirando”. Tal definición va aún más allá, pues no solo se queda en la preservación de una adecuada relación entre cliente y proveedor (que, desde luego, siempre será importante), sino que apunta a una forma de ser, una forma de actuar interiorizada y aplicada de manera cuasi instintiva.

Es evidente que los requisitos para un producto o servicio no se cumplen espontáneamente o por simple deseo, esto debe ocurrir como resultado de un esfuerzo organizado. Es ahí donde ingresamos al siguiente concepto fundamental: la gestión de la calidad. La literatura existente nos ofrece una serie de definiciones importantes, pero en lo personal prefiero resumirlo en tres pasos claramente diferenciados: a) la identificación de todos

los requisitos que deben ser cumplidos¹; b) la definición de la manera como tales requisitos serán cumplidos, incluyendo la determinación de los recursos que serán necesarios; y c) la puesta en práctica, de manera demostrable, de las decisiones planificadas en el paso anterior.

En la “génesis” de la gestión de la calidad, esta se resumía muchas veces en dejar que el cliente identifique los defectos cometidos por el proveedor. No será difícil para el lector concluir que se trata del nivel de gestión de la calidad más perjudicial para el proveedor, no solo por lo costoso de la respuesta, sino por la casi inevitable pérdida de prestigio y de oportunidades comerciales futuras que esto le significaba. Luego de esta muy dura manera de generar aprendizajes, las organizaciones resolvieron que la detección y corrección de defectos debían realizarse antes que el cliente reciba sus productos o servicios y, mejor aún, que la calidad debía ser incorporada desde el diseño y planeación de la producción o provisión del servicio. Mención aparte se merece Edwards Demming, considerado el padre de la calidad e impulsor del ciclo de mejora continua que hasta el día de hoy sigue siendo uno de los principios fundamentales de cualquier estándar y/o filosofía que se ha inventado y ha tenido éxito, relacionada con la gestión de la calidad.

En el caso del sector construcción, la gestión de la calidad ha seguido una evolución bastante alineada con lo mencionado líneas atrás. Uno



Imagen 1: Personajes más influyentes para la gestión de la calidad en organizaciones.

de los hitos fundamentales para ello fue la publicación de *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos* por parte del Project Management Institute, que es el estándar más generalmente aceptado y puesto en práctica para la gestión de proyectos de construcción (aunque cabe precisar que su utilidad ha sido verificada para proyectos de cualquier tipo). Desde sus primeras ediciones, la Guía del PMBOK nos hablaba acerca del “PAC” de la calidad: planificación, aseguramiento y control. Durante veinticinco años (solo por hablar del tiempo de vigencia que la guía tiene), tales conceptos son los que se han venido aplicando de una manera sistémica y estandarizada en casi todos los proyectos de construcción de mediana a gran envergadura².

Enfatizando en cuanto a la importancia de todo lo descrito en los párrafos precedentes, como

* Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de Ingeniería. Magíster en Administración Estratégica de Empresas por la Pontificia Universidad Católica del Perú. Cuenta con más de trece años de experiencia de gestión de la calidad para proyectos de infraestructura, tanto en ejecución como en supervisión de obras y más de nueve años de experiencia como docente/expositor de programas y cursos relacionados con gestión de la construcción. Actualmente, es Director general del Instituto de Dirección de la Construcción - IDC.

¹ Esta etapa suele significar la revisión detallada de documentos precontractuales, contractuales, corporativos, legales, reglamentarios, etc.

² Es preciso señalar que la sexta edición de la Guía del PMBOK introdujo algunos cambios significativos respecto de la denominación y contenido de los procesos para la gestión de la calidad en proyectos. Sin embargo, en el sector construcción siguen siendo de aplicación los procesos ya señalados.

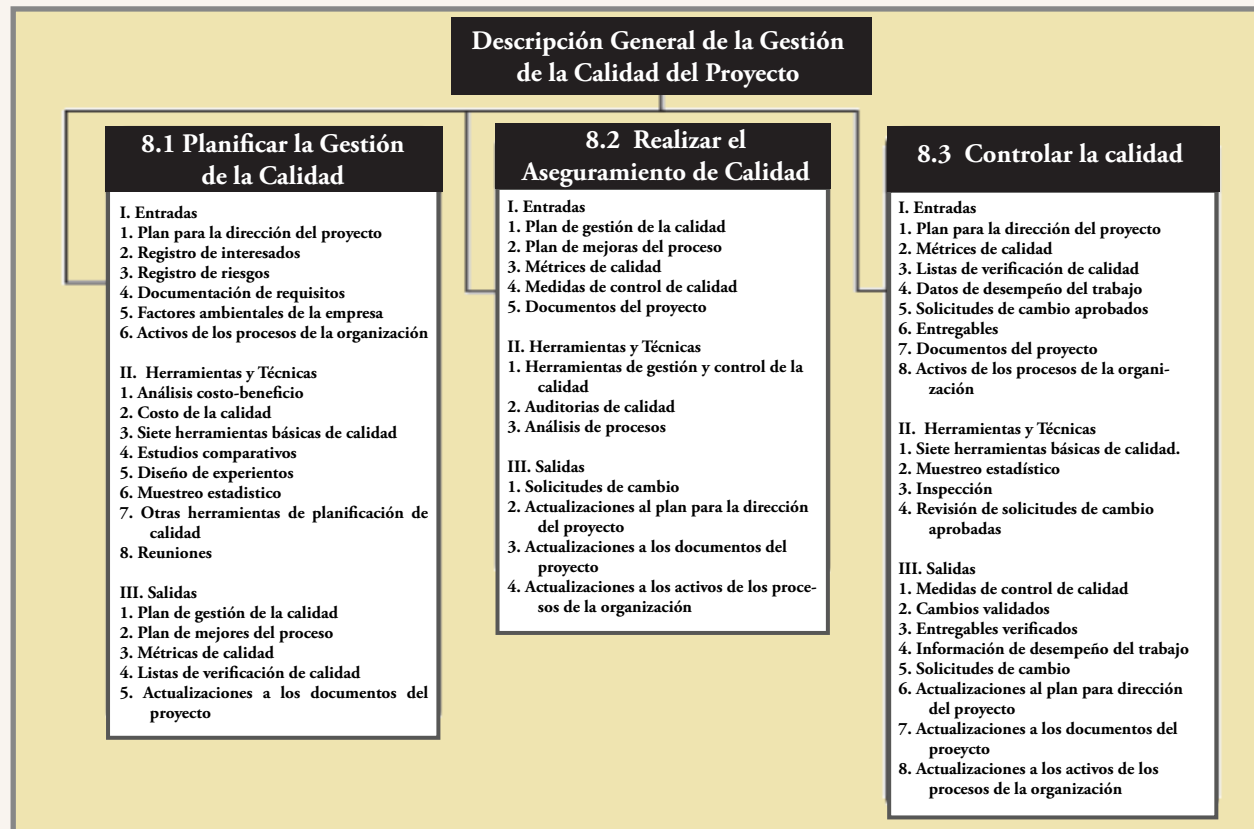


Imagen 2: Procesos para la gestión de la calidad según la Guía del PMBOK, quinta edición.

en todos los ámbitos de la vida cotidiana, la gestión de la calidad en el sector construcción es una especialidad que ha venido siendo alimentada de sus propias lecciones aprendidas, pero, sobre todo, de la evolución que los tiempos contemporáneos producen a velocidades cada vez más siderales. Es por ello que desde hace algunos años ya se habla de las nuevas tendencias y herramientas al servicio de la gestión de la calidad, en particular las aplicadas al sector construcción, dentro de las cuales podemos citar las siguientes.

a) La satisfacción de todas las partes interesadas. Con relación a los proyectos de construcción, es evidente que las partes interesadas no se resumen solo en el cliente (sea una persona natural, una organización privada o una entidad del Estado) y en el proveedor (la empresa contratista ejecutora de la obra). También existen otras partes interesadas como los proveedores,

subcontratistas, población y/o comunidades aledañas a la obra, entidades del Estado, la supervisión de obra, entidades financieras y varias otras más, todas ellas con una serie de requisitos (o, cuando menos, expectativas) respecto del desarrollo del proyecto, los cuales también deben ser identificados y cumplidos en función de las responsabilidades definidas en los contratos de ejecución de obra. En algunos casos, inclusive, algunas de estas partes interesadas tienen responsabilidad directa con la calidad de la obra.

b) Mayor involucramiento de la alta dirección y todas las demás áreas de las organizaciones. Cuando menos en el sector construcción se tiene todavía bastante arraigada la creencia que la gestión de la calidad es responsabilidad, principalmente, del área de calidad de la empresa constructora. Convengamos que el “trabajar con calidad” es algo que toda organización debe poner en



Imagen 3: Partes interesadas más comunes para una organización genérica.

práctica al margen de si se cuenta o no, de manera corporativa y como parte de su sistema de gestión, con un área de calidad (de hecho, muchas empresas constructoras pequeñas o medianas carecen hoy en día de un área de calidad, pero jamás dejarán de tener requisitos por cumplir mientras sigan dedicándose a su giro de negocio). En tal sentido, la responsabilidad por el cumplimiento de los requisitos a los cuales nuestra organización se ha comprometido debe partir por quienes la dirigen y controlan al más alto nivel, quienes deben demostrar su compromiso visible en cuanto a ello, y luego producir un efecto “cascada” puesto que, se ha demostrado, todo colaborador de una organización contribuye de manera directa o indirecta con la calidad de la obra y suelen alinearse a las prácticas que los directivos pregonan e implementan. Tener en cuenta, además, que la gestión de la calidad, así como la gestión de cualquier otro aspecto de una organización, requiere de recursos apropiados para su éxito, recursos que deben ser determinados, cuantificados y proporcionados oportunamente.

c) Transformación digital y uso de tecnología en la construcción. En este rubro no nos referimos solamente a la aplicación de formas de trabajo colaborativo, como la filosofía BIM y los aplicativos de los que se sirve, sino

también, por ejemplo, del uso de drones para el seguimiento de los procesos constructivos (como parte del aseguramiento de la calidad). Esta tendencia se ha visto sumamente fortalecida en los últimos meses teniendo en cuenta que la construcción, así como todas las demás actividades económicas en el mundo entero, se han visto en la obligación de cumplir con rigurosos protocolos sanitarios sectoriales derivados de la pandemia. En esa línea, con el afán de reducir la aglomeración de colaboradores en espacios reducidos, el uso de drones se ha convertido en una alternativa viable y de bajo riesgo. Por otro lado, es cada vez más notoria la tendencia de las empresas del rubro por el uso de información documentada en formatos digitales, incluyendo la elaboración y entrega del dossier final de calidad, lo cual contribuye con un control mucho más ordenado de dicha información y con la reducción en el uso de papel.

Para finalizar, es preciso indicar que en el Perú cada vez más empresas del sector construcción vienen alineándose con la satisfacción del cliente. Basta con enumerar la cantidad de empresas que, por ejemplo, han implementado y certificado sistemas de gestión de la calidad, principalmente con base en la norma internacional ISO 9001. Pero es importante recalcar que un certificado, sin restar el enorme esfuerzo que significa obtenerlo y mantenerlo, jamás reemplazará al componente más importante de la gestión de la calidad: el afán individual y/o colectivo por cumplir de manera proactiva y demostrable con aquello a lo que nos hemos comprometido. Estimado lector, mañana o más tarde, cuando le toque iniciar con una nueva jornada laboral no se deje arrastrar por el yugo de la mediocridad. Demuestre que está en capacidad de hacer lo que debe y hacerlo con una sonrisa. Sus clientes, la organización para la cual colabora y su yo interior de seguro se lo agradecerán.

CONTRIBUCIÓN DE LAS 5S KAIZEN EN LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL



Ing. José Sobrino Zimmermann*

El método de gestión de procesos 5S Kaizen deriva su nombre de cinco palabras japonesas: Seiri (clasificación), Seiton (orden), Seiso (limpieza), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (mantener la disciplina). Se implementó inicialmente en la fábrica de Toyota en la década de los sesenta con el objetivo de disponer lugares de trabajo mejor organizados, más limpios y con un mejor entorno laboral, logrando, así una mayor productividad.

Es muy frecuente en nuestros tiempos, cuando hablamos de gestión de activos, darle mucha importancia a la confiabilidad de los equipos por sobre otros temas. Este razonamiento tiene mucho sentido ya que constituye una parte importante de la confiabilidad operacional

de nuestras empresas, pero no olvidemos que la confiabilidad operacional, además, se soporta en un sistema organizacional estandarizado, con buena información y una cultura desarrollada en la mejora continua donde participan personas competentes.

La confiabilidad operacional tiene cuatro pilares fundamentales¹:

- La confiabilidad de los equipos
- La confiabilidad humana
- La confiabilidad de los procesos
- La mantenibilidad.

Las técnicas y herramientas para la confiabilidad de los equipos son bastante conocidas y exitosas, sin embargo, los otros tres pilares carecen de un sistema que sirva de guía que, además, los integre de manera eficaz.

4. PILARES DE LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL

En este artículo quiero destacar que es de vital importancia el abordar de manera sistémica e integral el problema, no hacerlo se convertiría en un factor crítico de éxito, es decir, trabajar con todos los aspectos relacionados con la confiabilidad operacional a la vez.

Recordemos algunas definiciones:

- **La confiabilidad de los equipos** es la "capacidad de un ítem de desempeñar una función requerida, en condiciones establecidas durante un periodo de tiempo determinado".

- **La mantenibilidad, duración y esfuerzo**, que requiere un sistema para su restitución después de presentada la falla, es decir, cuanto más esfuerzo y tiempo se consuma en la restitución menos mantenible será el equipo.
- **La confiabilidad humana** es la capacidad de desempeño eficiente y eficaz de las personas en todos los procesos sin cometer errores derivados del actuar y del conocimiento individual durante su competencia laboral en un entorno organizacional específico.
- **La confiabilidad de procesos** es la capacidad de un proceso de transformar sus entradas en las salidas previstas bajo las condiciones establecidas durante un periodo de tiempo determinado.

Los cuatro aspectos mostrados en cada pilar atraviesan el campo de acción de muchas áreas de la organización, con incidencia mayor en aquellas relacionadas directamente con las actividades productivas como son operaciones, mantenimiento, logística, almacén de repuestos, planificación de la producción, etc. Esto justifica la utilización de una herramienta sistémica como la propuesta en este artículo.

Durante más de una década he venido trabajando en el Perú implementando sistemas de gestión japoneses con muy buenos resultados.

Como se muestra en la figura 1, cualquier empresa, no importa su rubro, puede estar entre el extremo izquierdo (con baja dependencia tecnológica y alta dependencia



Figura 1. Enfoque japonés del manejo operacional.

* Ingeniero electricista por la Universidad Nacional del Callao. MBA por el Instituto de Estudios Bursátiles de Madrid, España. Maestro en Ciencia con mención en Ingeniería de Sistemas en la Universidad Nacional de Ingeniería. Facilitador certificado en 5S Kaizen en Osaka, Japón. Gerente general en Alpha Manufacturas S. A. C. Profesor de pregrado y posgrado en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Miembro honorífico y fundador del Premio Nacional de 5S auspiciado por la Embajada de Japón, JICA, Jetro, CCPJ, APJ y HIDA-AOTS Perú. Facilitador certificado de RCM. Consultor sénior y auditor en procesos industriales y gestión de activos. Expositor internacional en congresos.

¹ The Woodhouse Partnership Ltd.

de mano de obra), en el extremo derecho (con baja dependencia de mano de obra y alta dependencia tecnológica) o en el centro con dependencia de mano de obra y tecnológica a partes iguales o equivalentes.

En cada caso, los japoneses han creado un sistema que permite maximizar la confiabilidad operacional entre otros aspectos vitales para el negocio, estos son: TQM, TPS o TPM. Estos tres sistemas fueron copiados en la década de los ochenta por los americanos, pero solo el TPS no fue copiado con su denominación original (Sistema de Producción de Toyota, traducido al español) por razones obvias.

La primera versión la llamaron Just in Time (JIT) quizás porque vieron que en las plantas japonesas donde se aplicaba había muy poco *stock*, tanto en los almacenes de materia prima, de productos terminados y en los de procesos intermedios. Finalmente, los americanos entendieron que el nombre empleado no fue el mejor, aun ahora las personas que escuchan la denominación JIT creen que la esencia del sistema es tener *stock* cero o muy bajos, el objetivo del TPS no es la reducción del *stock*, sino la eliminación de los desperdicios. El resultado de la eliminación de los desperdicios termina generando una reducción de los *stocks*.

El nuevo término occidental para el TPS es Lean Manufacturing, término más adecuado para el TPS japonés. Hoy en día se sigue usando en Japón el término JIT como uno de los pilares del TPS referido a las herramientas que mejoran el *lead time* y permiten mejores tiempos de entrega.

Nadie pone en duda el éxito que han tenido estos tres sistemas de gestión japoneses. Una de las características más importantes que comparten es la de desarrollar el recurso humano; otra es que los tres sistemas crean al inicio de su implementación una base cultural sustentada en una adecuada práctica de las 5S y el Kaizen. Estas son algunas de las principales razones de haber escrito este

artículo que espero motive a las empresas a implementar las 5S y el Kaizen como primer paso en su camino a convertirse en una empresa de excelencia, esto les permitirá:

- Mejorar la confiabilidad operacional; y, además
- Ser la base para el tránsito hacia la construcción de alguno de los modelos de gestión mostrados en la figura 1.

BENEFICIOS DEL SISTEMA

Con este sistema basado en las 5S y el Kaizen se obtendrán los siguientes beneficios:

Para la mantenibilidad

- Mejorar la comunicación entre las áreas y entre el personal propio de mantenimiento.
- Obtener información técnica actualizada y accesible.
- Mejor distribución de los ambientes reduciendo desperdicios de desplazamiento.
- Mejor distribución de herramientas reduciendo desperdicios de acceso.
- Mejor acceso a repuestos de mantenimiento
- Optimización de los almacenes
- Mejorar la competencia de los técnicos y operarios
- Operaciones estandarizadas (arranque, paradas, calentamiento, calibración, etc.)
- Reducir tiempos de intervención.

Para entender mejor el impacto de estos puntos en la mantenibilidad ver la figura 2 que contiene el detalle de los tiempos que intervienen en una parada por mantenimiento y que inciden directamente en la mantenibilidad y el MTTR.

Para la confiabilidad humana

- Desarrollar personas en una cultura de mejora continua.

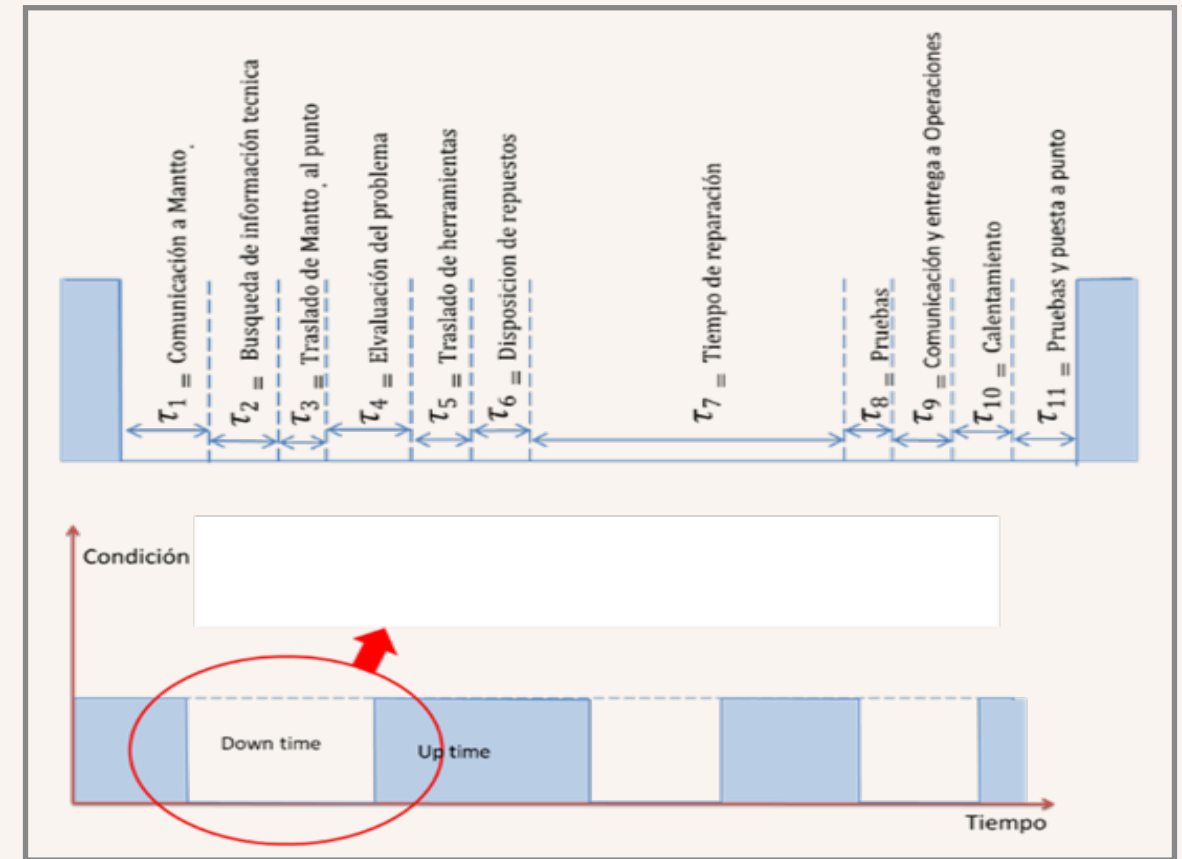


Figura 2. Tiempo que involucra una parada por falla de una máquina.

- Mejorar los ambientes de trabajo, haciéndolos más eficientes, cómodos y seguros.
- Desarrollar la creatividad del personal.
- Facilitar el trabajo.
- Evitar accidentes.
- Mejorar la productividad.
- Prevenir los problemas crónicos.
- Eliminar desperdicios.
- Reducir costos.
- Sostener cualquier Certificación en la que este comprometida la empresa.
- Eliminar los movimientos y traslados inútiles.
- Reducir el tiempo para localizar herramientas, materiales, insumos y hasta personas.
- Ganar más espacio y mayor bienestar.
- Proporcionar mayor seguridad en las instalaciones, evitando o eliminando accidentes.
- Proporcionar mayor orgullo del lugar en el que se trabaja.
- Mejorar la imagen de la empresa ante sus clientes y proveedores.
- Incrementar la cooperación, aportaciones y conocimiento de los trabajadores.
- Propiciar el trabajo en equipo.
- Incrementar el compromiso y la responsabilidad del personal.

Para lo confiabilidad de procesos

- Reducir y/o evitar las fallas de los activos y los procesos.



In memoriam



ING. HÉCTOR GALLEGOS VARGAS

18/06/1933 - 12/03/2021
Ingeniero Civil CIP 783
Past Decano Nacional



In memoriam

ING. HÉCTOR GALLEGOS VARGAS

Fue un ser humano integral. Hago más las palabras del Dr. Marcial Blondet cuando lo describe como “una persona extraordinaria, de carácter fuerte, opiniones firmes, amante de la música y la buena mesa”.

Sobre todo, fue un ardiente enamorado de la ingeniería y del Perú, y ambos amores estuvieron ligados fuertemente. Fue firme y perseverante en sus propósitos, siempre ligados a la ingeniería y por su desarrollo para el bien de la sociedad, e intolerante con la mediocridad.

Un innovador infatigable e inquieto, desarrolló el empleo del concreto pretensado en edificaciones y en elementos prefabricados. Conocedor de la realidad de la vivienda y del desarrollo de las ciudades, lideró un esfuerzo de investigación y desarrollo que culminó en un sistema constructivo de edificios multifamiliares de bajo costo con el propósito de densificar las ciudades.

Tuvo una participación activa en el Colegio de Ingenieros del Perú, la cual culminó como Decano Nacional. Su eje central estuvo la defensa de la misión deontológica del Colegio. También fue miembro fundador de la Academia Peruana de la Ingeniería.

Lo recordamos generoso compartiendo sus conocimientos en congresos, cursillos, cursos universitarios, artículos de revistas, libros de ingeniería, de la ingeniería en el Perú y de la ética en el comportamiento del ingeniero.

Su tarea de divulgación del conocimiento y de la realidad de la ingeniería en el Perú lo llevó a crear la revista *El Ingeniero Civil*, y su percepción social lo llevó a crear y dirigir la revista *Puente*, del Colegio de Ingenieros, con el propósito de acercar la cultura y la ingeniería.

Héctor Gallegos marcó un hito en la ingeniería peruana y recibió varios reconocimientos, entre los que destacan los premios de ingeniería civil Sayhuite (1977), Santiago Antúnez de Mayolo (1988) y el Premio a la Innovación Cosapi (1991).

Carlos Casabonne R.
Ing. Civil CIP 3683

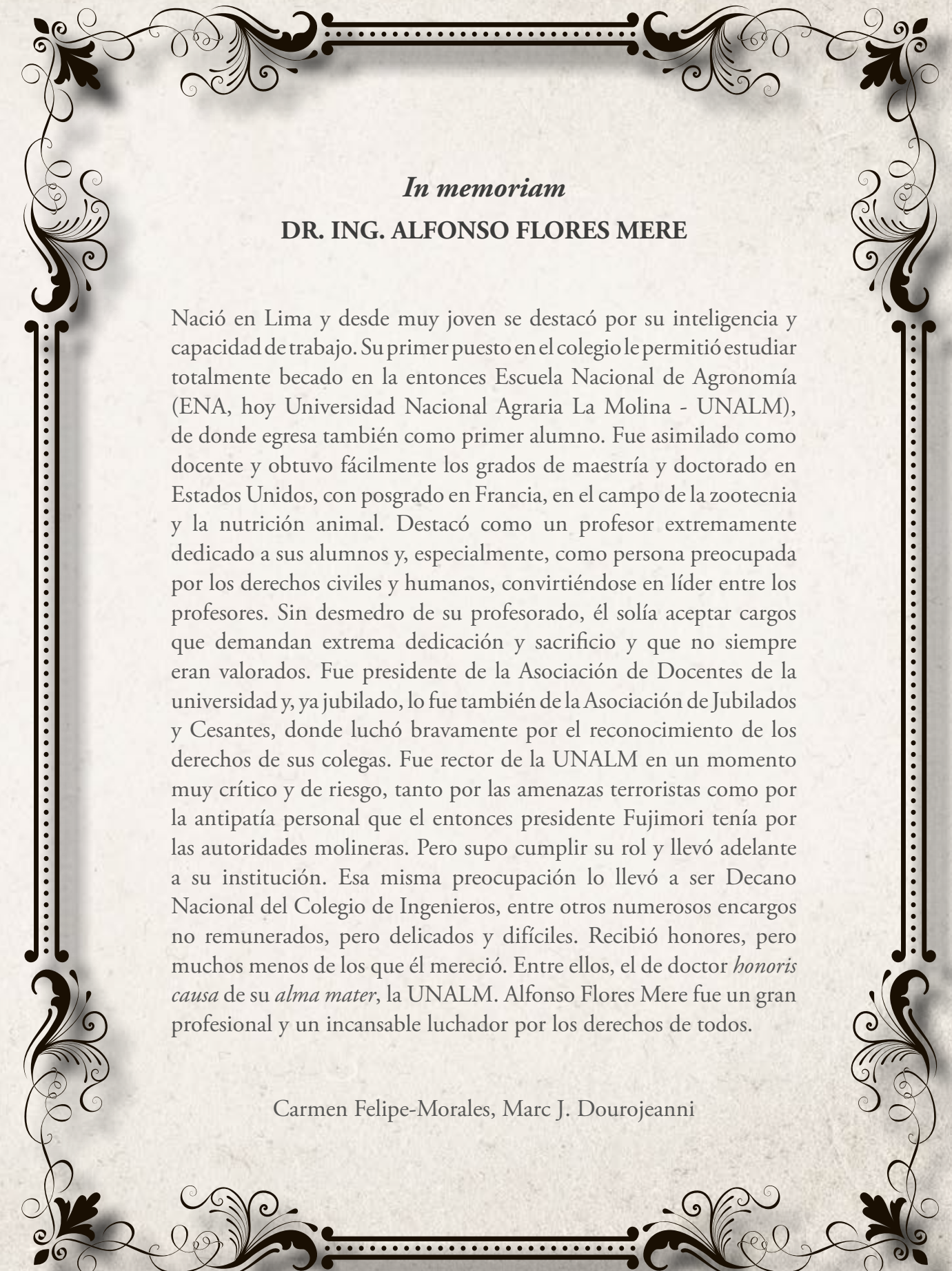


In memoriam



DR. ING. ALFONSO FLORES MERE

01/07/1929 - 10/03/2021
Ingeniero Agrónomo CIP 1745
Past Decano Nacional



In memoriam

DR. ING. ALFONSO FLORES MERE

Nació en Lima y desde muy joven se destacó por su inteligencia y capacidad de trabajo. Su primer puesto en el colegio le permitió estudiar totalmente becado en la entonces Escuela Nacional de Agronomía (ENA, hoy Universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM), de donde egresa también como primer alumno. Fue asimilado como docente y obtuvo fácilmente los grados de maestría y doctorado en Estados Unidos, con posgrado en Francia, en el campo de la zootecnia y la nutrición animal. Destacó como un profesor extremadamente dedicado a sus alumnos y, especialmente, como persona preocupada por los derechos civiles y humanos, convirtiéndose en líder entre los profesores. Sin desmedro de su profesorado, él solía aceptar cargos que demandan extrema dedicación y sacrificio y que no siempre eran valorados. Fue presidente de la Asociación de Docentes de la universidad y, ya jubilado, lo fue también de la Asociación de Jubilados y Cesantes, donde luchó bravamente por el reconocimiento de los derechos de sus colegas. Fue rector de la UNALM en un momento muy crítico y de riesgo, tanto por las amenazas terroristas como por la antipatía personal que el entonces presidente Fujimori tenía por las autoridades molineras. Pero supo cumplir su rol y llevó adelante a su institución. Esa misma preocupación lo llevó a ser Decano Nacional del Colegio de Ingenieros, entre otros numerosos encargos no remunerados, pero delicados y difíciles. Recibió honores, pero muchos menos de los que él mereció. Entre ellos, el de doctor *honoris causa* de su *alma mater*, la UNALM. Alfonso Flores Mere fue un gran profesional y un incansable luchador por los derechos de todos.

Carmen Felipe-Morales, Marc J. Dourojeanni

SEGURO MÉDICO



DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

La seguridad y tranquilidad de los miembros de la Orden del Colegio de Ingenieros del Perú es nuestra prioridad, por lo que se pone a su disposición el SEGURO MÉDICO DEL CIP, un ventajoso seguro que cuenta con tres planes respaldados por la Aseguradora RIMAC.

En la renovación de mayo de 2021 se ha mantenido que al fallecimiento del titular, el viudo(a) pueda permanecer en la póliza cubriendo la prima correspondiente.

Tres opciones para que usted pueda elegir:

- 1.- **Plan Base**, con una suma asegurada de S/ 500 000
- 2- **Plan ADC1**, con una suma asegurada de S/ 1 500 000
- 3.- **Plan ADC2**, con una suma asegurada de S/ 2 500 000

Los tres planes cubren en las clínicas asignadas según el plan (véase en la página web www.cip.org.pe, sección Convenios): la Atención Ambulatoria, Hospitalaria, Odontológica, Oftalmológica, Oncológica, Maternidad, Consulta Médica a domicilio, Medicina Física y Rehabilitación, Transporte por Evacuación, entre otros.

El costo de las primas mensuales, incluido el IGV y derecho de emisión, es el siguiente:

Plan Base	Plan ADC1	Plan ADC2
1. Hijos hasta los 18 años S/ 172.00 c/u	1. Hijos hasta los 18 años S/ 226.69 c/u	1. Hijos hasta los 18 años S/ 298.79 c/u
2. Titular y cónyuge hasta 35 años S/ 203.00 c/u	2. Titular y cónyuge hasta los 35 años S/ 275.10 c/u	2. Titular y cónyuge hasta los 35 años S/ 384.49 c/u
3. Titular y cónyuge de 36 a 45 años S/ 230.00 c/u	3. Titular y cónyuge de 36 a 45 años S/ 317.01 c/u	3. Titular y cónyuge de 36 a 45 años S/ 456.23 c/u
4. Titular y cónyuge de 46 a 55 años S/ 348.05 c/u	4. Titular y cónyuge de 46 a 55 años S/ 471.78 c/u	4. Titular y cónyuge de 46 a 55 años S/ 650.78 c/u
5. Titular y cónyuge mayor de 56 años S/ 494.00 c/u	5. Titular y cónyuge mayor de 56 años S/ 668.02 c/u	5. Titular y cónyuge mayor de 56 años S/ 898.98 c/u
6. Hijo mayor de 18 años S/ 198.00 c/u	6. Hijo mayor de 18 años S/ 272.11 c/u	6. Hijo mayor de 18 años S/ 384.56 c/u

Requisitos para ingresar a la póliza

- **Titular:** Ingeniero Colegiado.
- **Dependiente:** Cónyuge e hijos menores de 18 años.
- **El titular no tiene límite de edad para su ingreso o permanencia.**
- **Las primas varían en el cumpleaños de cada asegurado o dependiente.**
- **En caso de fallecimiento del titular, la(el) viuda(o) puede permanecer en la póliza, pagando su prima correspondiente.**
- **Los hijos pueden ingresar y permanecer en este seguro hasta cumplir los 29 años de edad.**

INSTRUCCIONES PARA LA AFILIACIÓN

1. Imprimir y llenar totalmente la Solicitud de Afiliación.
2. Hacer el depósito de una prima mensual más un 20 % de derecho de afiliación por adelantado de acuerdo al plan al que desee afiliarse, en la Cuenta del Banco de Comercio 410200178807, CCI 02304541020017880784.
3. **Enviar la solicitud de afiliación totalmente llenada y firmada, con un peso menor de 3MB, incluyendo el voucher de depósito y el DNI de todos los afiliados** al correo asistencia.medicofamiliar@cip.org.pe
4. **Pago de la prima mensual:** Los pagos se deben hacer mediante un depósito en la cuenta corriente antes mencionada a los 15 primeros días de cada mes empezando el mes mismo de afiliación, a fin de estar un mes adelantados. Es imprescindible enviar los vouchers de pago mensual al correo: a.sistencia.medicofamiliar@cip.org.pe junto con sus datos, a fin de poderlos validar con los aseguradores. También se puede hacer el pago por adelantado de 6 meses o todo el año, previa coordinación.

Para mayor información o absolver cualquier duda comunicarse con:

OSCAR LOSTAUNAU MARTÍNEZ
Corredor de Seguros
Registro SBS 2079
Teléfono: (01) 355-2612 - Celular: 999-261-288
oscarlostaunau@gmail.com