

***PTs***

The image features the text "PTs" in a bold, italicized font. The letter "P" is a solid light green. The first "T" is a solid purple, and the "s" is a solid light green. In the center, between the "P" and the first "T", there is a vertical stack of horizontal purple lines of varying lengths, creating a textured, barcode-like effect. The background is white, with a purple triangular shape at the bottom.



# Salud y Bienestar

# 1.1. Fármacos de siguiente generación contra la resistencia a antibióticos en patógenos peligrosos

El abuso en el uso de antibióticos por parte de la comunidad médica, originado en una comprensión aun pobre de los microorganismos asociados a distintas patologías, ha llevado a la aparición de cepas multirresistentes que amenazan la salud global, en especial en ambientes hospitalarios. Es indispensable encontrar terapias antimicrobianas que reduzcan la propensión de microorganismos a desarrollar o expresar mecanismos de resistencia que se propaguen al resto de la población y que sean farmacológicamente factibles. Los elementos de control clave para atacar esta problemática, que se encuentran en fase de análisis por diferentes grupos de investigación e industrias son:

- » Las propiedades de la membrana celular y el espacio periplásmico, claves en la capacidad de acción de los mecanismos de resistencia.

- » La probabilidad de que las mutaciones que se expresan favorezcan la aparición de mecanismos de resistencia que permitan mayor patogenicidad y/o virulencia.

- » El nivel de exposición a agentes antibióticos conocidos de tal forma que sea suficiente para eliminar gasta poblaciones residuales, pero no más allá para causar adaptación por hipermutación somática del mismo organismo o adaptación adyacente de otros microorganismos.

- » La capacidad de los distintos mecanismos de reparación de ADN y ARN en las células procariotas para evitar daños sostenidos por fármacos antibióticos.

- » La combinación de factores múltiples que incrementa la barrera de adaptación de los microorganismos a la acción de fármacos nuevos o conocidos.

## 1.2. Métodos de identificación y tratamiento temprano de enfermedades neurodegenerativas.

Mejores políticas de atención en el sector de salud conllevan un incremento en la esperanza de vida en países de desarrollo medio y alto, y con ellas la expresión de enfermedades neurodegenerativas (aquellas en donde la función cerebral total o parcial se degrada en el tiempo) en números inesperados previamente. Los siguientes factores de control son esenciales para encontrar mejores métodos de detección y tratamiento:

- » Activación de rutas metabólicas involucradas en la degradación de funciones cerebrales.
- » Regulación de la función cerebral mediante elementos no proteínicos (e.g. priones, ARN pequeño de interferencia).
- » Mecanismos celulares (e.g. acortamiento de telómeros, presencia de radicales libres, procesos dirigidos por superóxido) involucrados en la degradación temprana de estructuras celulares y macrocelulares.
- » Síntomas tempranos con suficiente diferenciación para tomar acciones respectivas en corrección o mitigación de la degradación celular.
- » Factores ambientales múltiples con interacciones no evidentes.
- » Composición nutricional de la dieta de acuerdo con la edad.
- » Elementos de entorno activos para mejorar o suplantar funciones cerebrales de forma eficiente ante neurodegeneración baja o media.

### 1.3. Mecanismos para prevenir y reducir la obesidad.

La obesidad ha adquirido el rango de epidemia en los países pertenecientes a la OCDE debido a sus efectos negativos en la salud, productividad y calidad de vida en general. Debido a su naturaleza multifactorial, es indispensable atacar los siguientes factores de control.

- » Actividad física en frecuencia e intensidad.
- » Estado de los mecanismos hormonales de regulación (principalmente función tiroidea).
- » Estado de los mecanismos de retroalimentación de liberación del péptido Y (señalización para la sensación de hambre).
- » Factores ambientales múltiples con interacciones no evidentes.
- » Composición nutricional de la dieta de acuerdo con la edad.
- » Hábitos y tendencias de vida, incluyendo estrés.

## 1.4. Métodos de prevención, detección temprana, mitigación y eliminación de riesgos por enfermedades cardiovasculares.

Las enfermedades cardiovasculares son uno de los factores principales en atención médica alrededor del mundo. Se estima mundialmente que un 31% de todas las muertes ocurren debido a fallas relacionadas al sistema circulatorio. Los factores centrales de control para este reto están bien tipificados.

- » Actividad física en frecuencia e intensidad.
- » Factores genéticos hereditarios con efectos negativos en la función cardíaca y presión arterial.
- » Estado de resiliencia de órganos y tejidos.
- » Factores ambientales múltiples con interacciones no evidentes.
- » Composición nutricional de la dieta de acuerdo con la edad.
- » Hábitos y tendencias de vida, incluyendo estrés y obesidad.

## 1.5. Métodos para la prevención y detección de conductas que lleva a accidentes automovilísticos.

La seguridad en el sector de transportes consume cerca del 2% del PIB de las naciones que corresponde a presupuestos de salud. Con el aumento de vehículos en carretera, la cantidad de accidentes se mantiene en márgenes que generan gastos públicos elevados, víctimas humanas en grandes números y sobre todo costos indirectos. Es necesario crear mecanismos para reducir la incidencia y prevalencia de accidentes automovilísticos. Los factores de control para este reto son:

- » Grado de automatización de detección de obstáculos, peatones y otros automotores.

- » Grado de automatización de detección de patrones fisiológicos y de comportamiento que indican factores de riesgo en personas conductoras.

- » Cantidad y calidad de la integración de información relevante para una conducción segura.



## **1.6. Tecnologías para asistir en la identificación, detección temprana y tratamiento de enfermedades psicológicas y estrés crónico.**

El estrés crónico es un factor de riesgo importante en la salud con implicaciones en los sistemas endocrino, cardiovascular y nervioso. En general, el estrés es una respuesta alexitérica (mediada por expresión de proteínas) que, ante estímulos que disparan alertas en el sistema nervioso, produce reacciones dirigidas a través de cambios en las concentraciones de adrenalina y glucocorticoides en la sangre. La exposición prolongada al estrés tiene la capacidad de alterar de forma temporal o permanente las funciones cerebrales. En términos sociales y económicos, se considera una epidemia moderna. Los factores de control para este reto se enumeran a continuación.

- » Identificación de estresores latentes a partir de conductas no explícitas.
- » Mecanismos de asistencia para planificación de tareas cotidianas y mejor estimaciones de cargas de trabajo.
- » Mecanismos automáticos de aislamiento digital.
- » Biomedicina de respuestas a estrés (e.g. repuesta galvánica).
- » Patrones de conducta recurrentes que habilitan la materialización de estresores.



## 1.7. Integración de biomediciones hacia un expediente médico centrado en el paciente

La capacidad de contar con un expediente médico centrado en el paciente de ha reportado como uno de los factores de mejora en la atención en salud. Dentro de los aspectos que es necesario integrar se encuentra el conjunto de aplicaciones de biomedicina, que captura parámetros esenciales hacia una visión del bioc Ciudadano participativo. A continuación se listan los factores de control para este reto.

- » Frecuencia de producción de datos biométricos
- » Políticas de privacidad de datos.
- » Grado de pertenencia de los datos del paciente.
- » Grado de facilidad de compartir datos deliberadamente con agentes del sector salud.

## 1.8. Métodos y tecnologías para la detección efectiva de agentes alergénicos.

Las reacciones adversas a agentes alergénicos se han convertido en un área importante de investigación y desarrollo que relacionan a las personas con su ambiente. La naturaleza de las reacciones varía de leve a mortal entre quienes las padecen, y por ende se vuelve indispensable contar con mecanismos eficientes capaces de detectar alérgenos. Los factores de control se describen a continuación:

- » Concentraciones de sustancias consideradas como alergenias.
- » Tipos de sustancias consideradas como alergenias.
- » Información disponible para las personas en referencia a alérgenos.
- » Condiciones ambientales generales.

## 1.9. Tecnologías para el incremento de la adherencia de pacientes a sus medicamentos y tratamientos.

La adherencia de los pacientes a sus medicamentos es uno de los factores clave durante el tratamiento y la recuperación ante distintos padecimientos. Aun cuando las causas de la no adherencia son materia activa de investigación, existe suficiente evidencia para sugerir medidas cuya efectividad ha sido en distintos contextos. A continuación se indican los factores de control para este reto.

- » Factores socioeconómicos personales y familiares.
- » Comportamientos y tendencias.
- » Condiciones de salud mental.
- » Forma de entrega del medicamento.
- » Periodicidad y dosificación.
- » Concurrencia entre medicamentos.



**Agroalimentarias**

## 2.1. Detección automática de factores ecológicos del suelo que intervienen en la fertilidad.

La ecología bacteriana del suelo es un factor determinante en la fertilidad, productividad y economía agrícolas gracias a sus actividades de descomposición de materia orgánica. Los mecanismos de interacción entre la micro biota y los componentes inorgánicos son desconocidos, pero su comprensión es crítica para la supresión de enfermedades en plantas, la obtención de firmas metabólicas de plantas y el control de las interacciones huésped-microorganismo para maximizar el retorno de la inversión. Los factores de control para este reto se indican a continuación.

- » Abundancia relativa de especies químicas inorgánicas no traza.
- » Abundancia relativa de especies químicas de elementos traza.
- » Tipos y especies de microorganismos.
- » Tipos de relaciones tróficas en el suelo.
- » Historia de uso del suelo.

## 2.2. Intervenciones ecológicas de suelos para recuperar su fertilidad.

La recuperación de la fertilidad de suelos es una tarea compleja que depende, en buena medida, del conocimiento de las interacciones entre la microbiota y los componentes inorgánicos. La biorremediación como mecanismo de recuperación de fertilidad es una estrategia conocida, que puede ser redirigida y aprovechada hacia transformaciones del ciclo productivo y prevención del agotamiento del suelo. En particular, diferentes estrategias tales como ingeniería genética, diversificación productiva y bioprospección pueden ser utilizadas para modificar de manera completa el ecosistema productivo. A continuación se presentan los factores de control para este reto.

- » Abundancia relativa de especies químicas inorgánicas no traza.
- » Abundancia relativa de especies químicas de elementos traza.
- » Tipos y especies de microorganismos.
- » Tipos de relaciones tróficas en el suelo.
- » Historia de uso del suelo.

## 2.3. Estrategias para la prospección ecológica de especies explotables con alto valor agregado.

La prospección ecológica de genes, especies y nichos es esencial para mantener un balance entre la producción y la biodiversidad, de tal manera que se maximice la libertad de acción a futuro en el sector productivo agrícola. Ya sean en microorganismos, plantas o especies animales, la agroindustria puede transformarse en una actividad de alto valor agregado que se integra a procesos ya existentes o nuevos. En ese sentido, y dada la riqueza en términos de la biodiversidad costarricense, existe una oportunidad abierta en el aprovechamiento de los procesos de bioprospección. Los factores de control se indican a continuación.

- » Diversidad genética y genómica asociada a un entorno productivo.
  - » Ciclo de producción vegetal o animal.
  - » Condiciones ambientales favorables.
  
- » Condiciones ambientales desfavorables que pueden ser mitigadas.

## 2.4. Control automático aplicado a buenas prácticas productivas.

Las buenas prácticas productivas son aquellas que maximizan el retorno de la inversión, la capacidad de los sistemas de producir en forma continua (sea en sectores agrarios, pecuarios, acuícolas y otros) y de preservar propiedades ecológicas consistentes en su entorno. El advenimiento del Internet de las Cosas (IoT) permite contar con herramientas para, en línea con la teoría de control, preservar estados deseables en la agroindustria bajo la definición anterior de buenas prácticas. A continuación se describen los factores de control para este reto.

- » Valores de variables ambientales.
- » Niveles de disponibilidad de nutrientes.
- » Respuesta de estrés en organismos vegetales y animales.



## 2.5. Intervenciones metagenómicas de ecosistemas para preservar la variedad en especies productivas.

La identificación de nuevos genes y ARN de regulación es clave para la caracterización del comportamiento de distintas especies vegetales, especialmente en su relación entre el suelo y otras plantas, así como en la producción animal para leche, carne u otros derivados. La identificación de genes simbióticos para su posterior utilización como fuentes de genes deseables permite dirigir con una visión ecosistémica cualquier proceso de ingeniería genética de las especies, mientras que preserva la variabilidad los individuos en el ecosistema completo (bacterias, hongos, plantas o animales). Los siguientes son los factores de control para este reto.

- » Diversidad genética y genómica asociada a un entorno productivo.
- » Ciclo de producción vegetal o animal.
- » Composición de la microbiota.
- » Condiciones ambientales favorables.
- » Condiciones ambientales desfavorables que pueden ser mitigadas mediante nuevas moléculas, genes o proteínas.

## 2.6. Transformación del mercado agrícola mediante relocalización de la venta de productos y reducción de la intermediación.

El precio de los productos agrícolas se distribuye debido a asimetrías de información en los mercados donde el conocimiento de los productores acerca del valor monetario de sus bienes es incompleto; lo anterior conlleva a condiciones de pobreza y desigualdad en la distribución de la riqueza. Esta asimetría es aprovechada por otros entes económicos, intermediadores, que utilizan economías de escala para reducir el valor de los productos adquiridos a pequeños y medianos productores y venderlos a precios más altos en mercados de alto volumen, usualmente a mayores distancias, especialmente en países en desarrollo. Esto impacta la calidad del producto, su disponibilidad y la seguridad del mercado alimenticio. Es necesario romper con las asimetrías de información y generar herramientas que identifiquen productos preferencialmente locales para garantizar mayor calidad en los bienes de consumo y mejor negociación de precios para pequeños y medianos productores, reforzando la acción de políticas actuales o futuras. Los siguientes son los factores de control para este reto.

- » Distribución geográfica de la producción.
- » Volumen de producción por productor.
- » Tipos de producto por productor.
- » Acceso a vías de distribución.
- » Acceso y comprensibilidad de la información referente a precios de mercado.
- » Nivel de intermediación existente por producto.

## **2.7. Implementación de tecnologías de empaquetado biodegradable, de bajo costo y con alta preservación durante el ciclo de producción.**

La cantidad de desechos sólidos relacionados con empaquetado y transporte de productos en la industria alimenticia es un factor determinante en la contaminación ambiental y duración de producto. Adicionalmente, el contar con materiales y procesos que extiendan la vida del producto y puedan ser producidos a muy bajos costos (idealmente basados en la reutilización de desechos agroindustriales). Permite incrementar el valor de mercado de bienes perecederos, así como mejorar la salud pública. Existen alternativas tecnológicas que apuntan a mejores formas de empaquetado desde las anterior perspectivas. A continuación se listan los factores de control de este reto.

- » Tipo de producto alimenticio.
- » Tiempo de vida promedio estimado en condiciones ambientales.
- » Tiempo de vida promedio estimado en condiciones para preservación.
- » Contexto microbiológico.
- » Condiciones ambientales durante pasos en la cadena de transporte y las fases de trazabilidad.

## **2.8. Identificación de metabolitos primarios y secundarios de alto valor hacia diversificación productiva.**

La explotación de productos agroindustriales generalmente se efectúa a nivel primario, en donde el valor de lo producido debe generarse por volumen. Sin embargo, los metabolitos primarios y secundarios (moléculas utilizadas para señalización química en los organismos) han mostrado tener un amplio rango de aplicaciones desde alimentos funcionales, productos de belleza, fármacos y pesticidas, entre otros. Estos compuestos tienen un valor muchas veces más alto que los productos originales, y con frecuencia pueden extraerse sin consecuencias negativas para la calidad de otros productos finales. A continuación se describen los factores de control para este reto.

- » Variedad metagenómica del entorno.
- » Condiciones de expresión de genes que sintetizan metabolitos.
- » Condiciones ambientales para biosíntesis efectiva de metabolitos.
- » Concentración producida por unidad biológica relevante.

## 2.9. Mecanismos integrales de trazabilidad inteligente del ciclo de vida del producto.

La trazabilidad del ciclo de vida es una garantía de proceso sobre los productos alimenticios que permite mantener el valor y la inocuidad, esencial en la economía de las redes de distribución de alimentos. La capacidad de monitorear detalladamente cada uno de los pasos y automáticamente obtener inferencias sobre posibles eventos en la cadena de valor es clave para alcanzar niveles internacionales de estandarización de productos. A continuación se describen los factores de control de este reto.

- » Ciclo de vida del producto.
- » Contexto microbiológico del producto.
- » Contexto ambiental para cada fase de almacenamiento y transporte.
- » Contexto legal de regulaciones sanitarias.
- » Tiempo estimado en anaquel.

## 2.10. Tecnologías para la medición in situ de condiciones nutricionales y de higiene de productos.

El valor de mercado de los productos alimenticios depende de su calidad e inocuidad a lo largo de la cadena de valor. En la actualidad, no existen mecanismos simples con alta penetración de mercado que permitan determinar si un producto tiene el valor nutricional mínimo requerido por diversos estándares, o si es inocuo. El proceso debe ser in situ en consideración a la importancia de efectuar inspecciones en una amplia gama de condiciones y contextos. Los factores de control se identifican a continuación.

- » Proporciones deseables de moléculas y compuestos nutricionales.
- » Unidades mínimas formadoras de colonias bacterianas de organismos patógenos.
- » Procesos de manipulación de productos alimenticios.
- » Redes de transporte de alimentos.
- » Condiciones ambientales del almacenamiento de productos alimenticios.

# Energía y Ambiente

### 3.1. Mecanismos para transformar carbono secuestrado en elementos para la construcción eficientemente.

Los niveles de compuesto de carbono atmosféricos actuales son los más altos registrados desde más de 120 mil años. Además de las estrategias de reducción de uso de combustibles fósiles, es necesario descarbonificar la atmósfera. Una alternativa, inspirada en cómo las plantas convierten CO<sub>2</sub> en azúcares y proteínas estructurales, es la captura de CO<sub>2</sub> y otros compuestos carbónicos para el desarrollo de materiales de construcción orientados a distintos ambientes. En particular, la nanotecnología de compuestos de carbono permite convertir mediante distintos procesos el CO<sub>2</sub> en distintas formas alotrópicas de carbono nanoestructuradas para aplicaciones de alto valor agregado. Dado que la densidad de un sólido es mayor que la de un gas en condiciones ambientales, este método es altamente efectivo en evitar el repropósito de compuestos de carbono en más combustibles fósiles. Los siguientes son los factores de control para este reto.

- » Fuentes de emisión de CO<sub>2</sub> ambientales.
- » Concentración de las emisiones.
- » Efectividad de adsorción de los mecanismos de secuestro.
- » Energía requerida para la separación del carbono.



## 3.2. Tecnologías para la biorremediación de recursos hidrográficos a gran escala.

El crecimiento urbano orgánico en muchas ciudades modernas ha llevado a un fuerte grado de contaminación riesgos de las fuentes hídricas de acceso inmediato con impacto en las subterráneas, lo que crea condiciones desde pobreza hasta inestabilidad internacional. Además de las intervenciones culturales para cambiar comportamientos ecológicamente negativos en la población y los proyectos de tratamiento de aguas, es indispensable contar con mecanismos que permitan biorremediar a gran escala cuerpos de agua hasta alcanzar niveles ecológicos saludables en tiempos razonables y de manera ambientalmente amigable. A continuación se describen los factores de control de este reto.

- » Valores de DBO, DQO y COT para diferentes mediciones a lo largo del cuerpo de agua a biorremediar.
- » Tipos y proporciones estimadas de los contaminantes.
- » Reactividad de los contaminantes.

### **3.3. Tecnologías de horizonte infinito de planificación para integración de recursos no gestionables a redes eléctricas inteligentes.**

La aplicabilidad y evolución de Smart Grids depende de las tecnologías de información y comunicación subyacentes. En particular, la capacidad de trasladar el control de la asignación de potencia a distintos niveles -suponiendo la existencia de fuentes de almacenamiento a gran escala como mecanismos compensatorios- depende de la existencia de dispositivos autónomos. Es necesario que estos aprendan el comportamiento de consumo, regulen el uso energético a pequeña escala sin afectar el rendimiento de hogares e industrial y que sean capaces de operar tanto a tiempo real como hacia un horizonte infinito en el tiempo. Los factores de control de este reto se describen a continuación.

- » Diseño de la red eléctrica.
- » Tipo de unidad básica de consumo (hogar, industria, médico).
- » Nivel de riesgo para fallas de energía críticas.
- » Variaciones periódicas de consumo.
- » Variaciones aperiódicas de consumo.

### **3.4. Aprovechamiento de biomasa para producción energética y de otros bienes, productos y servicios a nivel industrial.**

La cantidad de biomasa que se produce en la agroindustria es un factor de contaminación central, particularmente en la emisión de gases de efecto invernadero. Sin embargo, existe una riqueza no explotada hacia producción de energía mediante paradigmas de biorrefinería con catálisis amigable con el ambiente. En particular, la conversión de lignina, celulosa y almidón en energía química, mecánica y eléctrica de bajas o cero emisiones de carbono es un objetivo atractivo en el corto plazo. Al igual que en el caso de productos agrícolas, la producción de energía puede acoplarse con obtención de sustancias de alto valor agregado. Los factores de control de este reto se describen a continuación.

- » Composición de la biomasa.
- » Homogeneidad de la composición de la biomasa.
- » Contenido calórico de la biomasa.
- » Intersección de la composición de la biomasa con nuevos materiales requeridos en el sector energía.

### 3.5. Desarrollo de baterías de ultra alto rendimiento y factor de forma reducido.

El factor que limita las posibilidades tecnológicas de los dispositivos electrónicos no conectados a una red eléctrica en la actualidad es la capacidad de carga de baterías en todos los contextos, principalmente de aquellas que utilizan litio. El desarrollo de nuevas baterías, que sean ultraligeras y con al menos un orden de magnitud más en su capacidad de carga. La capacidad de identificar propiedades de nuevos materiales con superconductividad en condiciones cercanas a temperatura ambiente, la existencia de supercapacitores y la capacidad de disminuir la disipación térmica mediante estos fenómenos son parte de la vía hacia baterías de ultra larga duración y factor de forma reducido. Los factores de control para este reto se indican a continuación.

- » Capacitancia y resistividad de materiales.
- » Comportamiento de materiales a ultrabajas temperaturas.
- » Capacidad de aislamiento de sistemas cuánticos para prevención de decoherencia.

### 3.6. Intervenciones ecológicamente sostenibles en zonas con fuentes naturales de riesgo.

Los riesgos naturales son una de las principales fuentes de gasto e inversión pública en todo el mundo. En particular, la materialización del desastre natural se agrava cuando, por situaciones socioeconómicas y políticas, existen asentamientos humanos en condiciones de riesgo. Para algunos casos, las intervenciones para eliminar o mitigar la vulnerabilidad requieren modificaciones del entorno con un impacto ecológico negativo. Sin embargo, mediante diferentes herramientas, es posible diseñar e implementar intervenciones ecológicamente sostenibles para mitigar los factores de riesgo, tendientes a una relocalización humana basada en diseños urbanos racionales. El adquirir experticia en el diseño de estas soluciones permite la creación de emprendimiento de muy alto valor, con sostenibilidad de largo plazo, y con visión internacional. Los siguientes son los factores de control para el reto.

- » Condiciones geográficas del entorno.
- » Procesos geofísicos activos conocidos.
- » Probabilidad de activación de procesos geológicos inactivos.
- » Infraestructura existente.
- » Conflictos de interés humanos futuros con respecto a fragilidad ambiental.
- » Densidad de información para el área afectada.

### 3.7. Desarrollo de fuentes de energía y tecnologías de siguiente generación basadas en fusión e hidrógeno.

La dependencia de combustibles fósiles solamente puede eliminarse al utilizar tecnologías que no requieran hidrocarburos para generar energía. Dos fuentes que han demostrado ser efectivas en pequeña escala son la fusión nuclear en dispositivos de confinamiento magnético de pequeña escala y el hidrógeno producido y almacenado mediante electrocatálisis. Con la tecnología actual, es indispensable encontrar mecanismos para la reducción del factor de forma, la eficiencia de entrega de energía y la integración a sistemas de energía. Adicional a los casos de uso para producción de energía masiva, es indispensable diseñar dispositivos de tamaño reducido y uso más frecuente en aplicaciones específicas. Los factores de control de este reto son los siguientes:

- » Densidad energética por unidad de material necesaria para generar electricidad.
- » Capacidad de confinamiento energético sin decaimiento.
- » Capacidad de conversión desde la fuente energética hacia sistemas eléctricos.

### **3.8. Desarrollo de variedades de semilla con resiliencia eco sistémica al cambio climático.**

Uno de los mayores riesgos para la supervivencia humana es la extensión paulatina de especies comestibles. En particular, y aunado al reto de preservar la diversidad ecológica en agricultura, contar con estrategias de intervención mediante ingeniería genética y ecología es clave para evitar la reducción drástica en la disponibilidad alimentaria estimada para antes de que finalice el presente siglo. A continuación se presentan los factores de control para este reto.

- » Estimados de cambio climático para la región a ser intervenida.
- » Tratos vegetales y animales con afectación potencial por estrés ante cambio climático.
- » Tratos vegetales y animales de otras especies con potencial transgénico en especies productivas.
- » Contexto genético de simbiosis con otras especies potencialmente presentes en el ambiente de producción.

### 3.9. Métodos novedosos de captura y purificación ambiental de agua en escalas industriales.

El fomento de industria de alta tecnología en manufactura debe acoplarse con un análisis riguroso de los contaminantes emergentes, y de las medidas para eliminarlos de aguas residuales por su peligrosidad. Existe un creciente cuerpo de conocimiento alrededor de medidas para captura y reposición de contaminantes emergentes en distintas industrias. A continuación se listan los factores de control para este reto.

- » Reactividad y afinidad química de los contaminantes emergente.
- » Disponibilidad de microorganismos y plantas capaces de efectuar biorremediación de contaminantes emergentes sin transgénesis.
- » Posibles intervenciones de transgénesis para procesar contaminantes emergentes.
- » Vías de biosíntesis y posibles productos de alto valor derivados.



## 3.10. Métodos de química verde para procesos catalíticos industriales.

Los procesos de catálisis tienden a ser los causantes de problemas ambientales en mayor proporción. A pesar de esfuerzos en la optimización catalítica en diversos pasos de manufactura, existen residuos que no pueden ser reprocesados con un costo efectivo o que requieren cantidades de energía externa significativas. Los factores de control para este reto se detallan a continuación.

- » Ubicación de los pasos catalíticos en un sistema de producción.
- » Reactivos y productos de las reacciones catalíticas.
- » Tipo de reacción catalítica.
- » Posibles sustituciones existentes para catálisis.
- » Propiedades necesarias para especificación de biosustancias catalíticas sintéticas.



# **Sociedad Inteligente**

## 4.1. Metodologías para construcción de tuberías de datos seguras en ciudades inteligentes.

El advenimiento y desarrollo paulatino de ciudades inteligentes requiere de dispositivos y tuberías de datos seguras, tal como las ciudades requirieron en su momento de tuberías para las utilidades (electricidad, agua, gas). De esta forma, se requerirá de manera creciente un rol emprendedor de plomería digital: empresas especializadas en diagnosticar, corregir y auditar las interconexiones de datos que generan valor público a lo largo de una ciudad inteligente. Los factores de control para este reto se indican a continuación.

- » Naturaleza de sensores y actuadores en la ciudad inteligente.
- » Servicios primarios que consumen datos.
- » Servicios de información que agregan información de servicios primarios.
- » Servicios semánticos que clasifican información para búsquedas y toma de decisiones.
- » Sistemas de visualización y toma de decisiones.

## 4.2. Implementación de servicios de confianza monetizables digitales mediante blockchain.

El desarrollo de moneda digital mediante blockchain es un avance en la confiabilidad asignada a instrumentos monetarios. Además de su aplicación directa como instrumento financiero, existen aplicaciones no explotadas en áreas tales como energía, definición de contratos y trazabilidad de productos. Los factores de control para este reto se indican a continuación.

- » Trazabilidad de transacciones.
- » Fortaleza criptográfica del hash.
- » Grado de distribución del sistema de confianza.

## 4.3. Tecnologías para identidades digitales seguras y privadas de fácil administración y despliegue.

El crecimiento en cantidad de usuarios, servicios, medios de acceso a información y posibles riesgos personales y corporativos hace imperativa la existencia de tecnologías para representar identidad digital. Es en este contexto que las tecnologías actuales adolecen de suficientes atributos de seguridad, de conveniencia para personas usuarias finales o de suficiente consistencia en medios de acceso. Los factores de control de este reto se describen a continuación.

- » Diversidad en tipos y versiones de medios de acceso a identidades digitales.
- » Formatos criptográficos disponibles.
- » Regulaciones criptográficas locales y globales.
- » Patrones de comportamiento.
- » Enlaces de la cadena de custodia de la identidad.

## 4.4. Tecnologías para datos abiertos 2.0.

Gracias a nuevos requerimientos de transparencia en datos de sectores públicos y privados, los datos abiertos se han convertido en una forma estándar de exponer información para la verificación pública. No obstante, los datos abiertos en sí mismos son insuficientes y requieren de un nivel interpretativo mayor, conocido como Open Data 2.0. Los siguientes son factores de control para el desarrollo de emprendimientos en esta área.

- » Nivel de reducción de la información sin pérdida de información relevante.
- » Relevancia de la información de acuerdo a comunidad e impacto.
- » Medios de acceso de la población que recibe el resultado del procesamiento.
- » Nivel educativo de la población objetivo.
- » Prestaciones del medio de presentación disponible.

## 4.5. Tecnologías para el descubrimiento semántico automatizado de servicios digitales.

La capacidad de agregar nuevos servicios digitales es crítica ante el crecimiento de datos en todos los sectores. Para aprovechar los beneficios de datos, información y conocimiento, es necesario desarrollar sistemas de uso generalizado y comercializable de descubrimiento de servicios web de siguiente generación. A continuación se enumeran los factores de control.

- » Cantidad y especificidad de los metadatos relacionados con los servicios.
- » Diversidad semántica del dominio de problemas de los datos.
- » Nivel de procesamiento requerido para el análisis de datos.

## 4.7. Diseño de hogares y espacios humanos de convivencia digitalmente integrados.

El Internet de las Cosas (IoT) permite la integración entre dispositivos, obras civiles (hogares, edificios, infraestructura) y la Internet. No obstante, esta tecnología aun es incipiente en sus niveles de integración y seguridad. Al considerar que una de las ventajas del desarrollo de la domótica al alcance de la ciudadanía puede ser una medida importante hacia la reducción de emisiones, contar con tecnologías accesibles es un factor central de éxito de este tipo de desarrollos. Los factores de control de enumeran a continuación.

- » Variables ambientales externas a una obra.
- » Variables internas debidas a selección de materiales.
- » Límites de consumo de recursos eléctricos e hídricos.
- » Patrones de comportamiento de usuarios del espacio en el tiempo.



## 4.8. Mecanismos y tecnologías para manufactura digital de alta repetibilidad y velocidad.

La manufactura digital utiliza información para dirigir la creación de nuevos objetos. No obstante, el reto actual consiste en alta repetibilidad en las partes manufacturadas a una alta velocidad. En especial, este reto se enfatiza con impresión mediante biomateriales. El proceso de innovación, agilizado mediante prototipado rápido, puede cambiar de manera radical especialmente para economías de rente media si se alcanzan estándares con tales propiedades. Los factores de control para este desarrollo son:

- » La disponibilidad de materiales con propiedades físico-químicas.
- » La modificabilidad de las propiedades físico-químicas en el momento de la manufactura.
- » La información representable por unidad de volumen.
- » El ancho de banda de transducción entre información y materia.

## 4.9. Desarrollo de robótica y automática post-Turing de propósito general.

La robótica tradicional está fundamentada en el diseño ingenieril a partir de materiales inorgánicos, con una fuerte carga del control sobre módulos computacionales. Esta línea de trabajo, si bien ha mostrado ser fructífera en las últimas décadas, tiene altos costos de desarrollo para naciones de renta media. Existen otras alternativas que al utilizar principios físicos para empotrar información acerca de la dinámica y la cinética de los artefactos, eliminan una parte relevante del costo computacional y de fabricación. A estos sistemas puede llamárseles post-Turing, en el sentido de que el cómputo no es el centro de la programación se sus funciones. Los elementos de control para este tipo de desarrollo son:

- » Equilibrio entre información implícita en el diseño material y el sistema de programación.
- » Disponibilidad de materiales con memoria.
- » Equilibrios de materia y energía.

## 4.10. Producción de intelectos sintéticos de propósito general consistentes con sistemas éticos.

El desarrollo de intelectos sintéticos de propósito general en un hito que puede transformar de manera radical el desarrollo económico de las naciones. En la actualidad, la carrera por conseguir este objetivo integra un estimado de 3000 empresas. La inteligencia, definida como la capacidad de maximizar los grados de libertad de acción futura, requiere ser consistente con sistemas éticos tendientes a preservar el bienestar de la especie. En ese sentido, los siguientes son factores de control.

- » Acceso a dispositivos de interacción con el mundo exterior mediante sensores y actuadores.

- » Acceso a información en la forma de bases de datos, acceso en línea a la Internet.

- » Magnitud de los recursos de hardware necesarios para sostener procesos cognitivos generales.

