

Población: un solo planeta, ¿demasiada gente?

Institution of Mechanical Engineers. Reino Unido



La población humana está sufriendo un crecimiento y un cambio demográfico sin precedentes. Hacia el fin de este siglo se estima que habrá 9.500 millones de personas, dos tercios de las cuales estarán localizadas en zonas urbanas, esforzándose por incrementar su estándar de vida. Hay cuatro áreas principales en las cuales el crecimiento de la población y la creciente prosperidad desafiarán a la sociedad en la provisión de necesidades básicas y aumentarán la presión sobre los recursos y el ambiente: alimentos, agua, energía y vivienda. Los tiempos incluidos en la mayor parte de los proyectos de ingeniería, necesarios para enfrentar esos desafíos, a menudo se miden en décadas de construcción e implementación. Esto significa que si la acción no se lleva a cabo antes del punto crítico de la crisis habrá significativas penurias. La falta de acción pondrá a miles de millones de personas en

riesgo de hambre, sed y conflictos. Cubrir las necesidades y demandas de esta gente significará un desafío para los gobiernos y la sociedad toda, y para la ingeniería en particular. Ante ello, los ingenieros actuales y futuros necesitarán ser innovadores en la aplicación de soluciones sustentables y estar cada vez más atentos a los factores humanos que influyen sus decisiones. Necesitarán un apoyo fuerte, visionario y estable de los gobiernos de todo el mundo.

El documento "Population: one planet, too many people? fue presentado por la entidad británica Institution of Mechanical Engineers el 20 de enero de 2012. Puede ser encontrado completo en <http://www.imeche.org/knowledge/themes/environment/Population>

En todo el mundo las naciones están experimentando un cambio demográfico sin precedentes. El ejemplo más conocido de este cambio es el rápido crecimiento de la población, pero no es el único. El brusco aumento en el número de personas, en combinación con la también extraordinaria mejora en los estándares de vida, ha creado una enorme expansión en el consumo de los recursos naturales y ha generado la creación de sistemas de ingeniería e infraestructura. Otra importante tendencia demográfica incluye el envejecimiento de la población en las naciones desarrolladas, la mayor proporción de personas jóvenes en las naciones más pobres (como resultado de que la fertilidad supera a la mortalidad) y el creciente número de emigrantes que pasan de pueblos a ciudades y de un país a otro en búsqueda de una vida mejor.

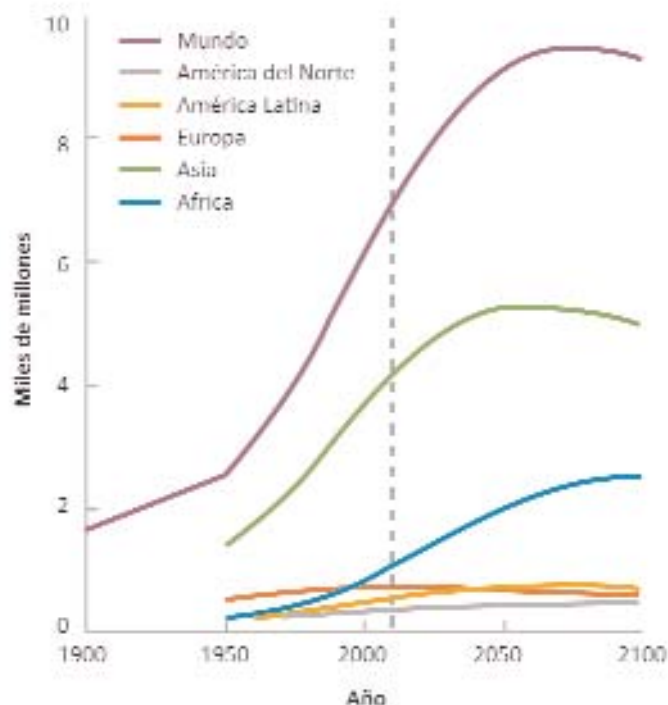
Más personas

La moderna expansión de la cantidad de seres humanos comenzó hacia 1800, cuando la población mundial llegó a unos 1000 millones de personas. A lo largo de los siguientes 150 años, el crecimiento fue relativamente bajo para los estándares actuales, alcanzando los 2.500 millones en 1950. Durante la segunda mitad del siglo XX, la tasa de crecimiento se aceleró hasta niveles sin precedentes. Como resultado, la población mundial alcanzó los 6.900 millones en 2010. Esta expansión se espera que continúe por varias décadas más, aunque a una tasa menor, hasta alcanzar el pico de 9.500 millones a finales de este siglo. La población mundial en ese momento estará cerca de ser diez veces mayor que la de 1800, momento en que Thomas Malthus publicó su teoría de que tarde o temprano la población mundial sería alcanzada por el hambre, las enfermedades y una mortalidad generalizada.

La curva de la población mundial a lo largo del tiempo en la figura 1 muestra el patrón típico en forma de S de la población estimada y proyectada en las diferentes sociedades a lo largo de la así llamada "transición demográfica". Esta transición (durante la cual la tasa de crecimiento comienza cerca de 0 y luego se acelera para eventualmente caer de nuevo a 0) usualmente acompaña el desarrollo de procesos que transforman una sociedad agrícola a una industrial. Los años entre 1971 y 2016 representan la parte más empinada de esta curva, con aumentos en la población mundial que exceden 75 millones de personas por año.

Las sociedades contemporáneas están, sin embargo, en muy diferentes etapas de sus transiciones demográficas individuales. La transición global comenzó en el siglo XIX en el Norte (en este contexto, el término "Norte" se refiere a las naciones desarrolladas de Europa, Norteamérica, Japón, Australia y Nueva Zelanda). Las transiciones en estas regiones avanzadas

Figura 1 – Proyecciones de población por región



Fuente: United Nation World Population to 2300

están ahora más o menos completas y el tamaño de la población agregada en esta parte del mundo se prevé que permanezca casi constante. Sin embargo, como se ve en la figura 1, las tendencias en las dos principales regiones del Norte son divergentes entre 2010 y 2100: se espera un 37% de incremento en Norteamérica (de 350 a 470 millones de habitantes) frente a un 20% de declinación en Europa (de 730 a 590 millones).

El continuo crecimiento de la población en Norteamérica es atribuible a la inmigración y a los niveles de natalidad, los cuales están entre los más altos en el Norte. La declinación en Europa está causada por la muy baja natalidad, la cual es sólo en parte compensada por los modestos niveles de inmigración neta. La declinación de la población ya está ocurriendo en algunos países del Norte (Rusia y Japón) donde las tasas de natalidad han caído por debajo de las tasas de mortalidad, sin suficiente compensación a partir de inmigrantes.

Casi todo el futuro crecimiento de la población mundial ocurrirá en el Sur (África, Asia y América Latina), donde la transición demográfica comenzó más tarde y aún está en marcha (Figura 1). En 2010, Asia tenía un población de 4.200 millones de personas, más de la mitad del total del mundo. Se espera que alcance un pico de 5.300 millones hacia 2065. Los dos mayores países en el Sur presentan, sin embargo, diferentes trayectorias: se prevé que China decline de 1.350 a 1.200 millones y que India crezca de 1.210 a 1.254 millones. África, con 1.000 millones de habitantes en 2010, probablemente experimente la más rápida expansión relativa, multiplicando su población hasta 2.500 millones



La población de la India llegará a 1.254 millones de habitantes hacia mediados de siglo

en 2100. América Latina, con 590 millones de habitantes en 2010, es la menor de las regiones del Sur. La tendencia proyectada de su crecimiento es similar a la de Asia, con un pico de 740 millones en 2065.

Parece sorprendente que la población continúe creciendo a un paso rápido en el África Subsahariana, donde la epidemia de SIDA es más severa. Esta epidemia ha causado muchas muertes, pero el crecimiento continúa debido a que la epidemia ya no se expande más y a que la tasa de natalidad permanecerá más alta que la elevada tasa de mortalidad en el futuro. Como resultado, incluso las proyecciones que tienen en cuenta a la mortalidad por el SIDA indican 1.500 millones de personas más hacia el fin de siglo. La mayor parte de las poblaciones subsaharianas más que duplicarán su tamaño (por ej. Nigeria, de 158 a 338 millones), incluso se predice que varias la triplicarán o cuadruplicarán.

Las transiciones demográficas en el Sur han producido generalmente un crecimiento poblacional más rápido que el observado en el Norte. En algunos países en desarrollo (como Kenya y Uganda) el pico de crecimiento se acercó al 4% por año (lo que implica duplicar la población en 20 años), niveles que son muy raramente observados en países desarrollados, excepto a causa de inmigración masiva. Dos factores cuentan para esa rápida expansión en estas sociedades aún muy tradicionalistas: la difusión de tecnología médica después de la II Guerra Mundial (lo cual llevó a una declinación extremadamente rápida en las tasas de mortalidad), y una demora en la declinación de las tasas de natalidad.

Más viejos en el Norte, más jóvenes en el Sur

A lo largo del curso de la transición demográfica, las variaciones en las tasas de natalidad y mortalidad causan importantes cambios en la composición de la edad de la población. Los países en los primeros estadios tienen

mucha más gente joven que los países en etapas posteriores, los cuales tienden a tener gente más anciana.

La figura 2a muestra el porcentaje de la población con 65 años o más de edad. El Norte ya se había envejecido sustancialmente antes de 2010 y esta tendencia en la proporción de ancianos se proyecta que continúe, alcanzando el 27% en Europa y el 22% en Norteamérica hacia 2050. En el Sur, ocurrió un relativamente escaso envejecimiento antes de 2010, pero se espera que la tendencia al envejecimiento se agudice en las próximas décadas, con Asia y América Latina acercándose al 20% hacia 2050. La excepción es África, donde el envejecimiento permanecerá limitado en las próximas décadas ya que está aún en la primera fase de la transición (7,1% para el continente en general y 6,2% para Nigeria).

Tendencias opuestas se esperan para la población menor de 30 años (Figura 2b). Hoy esta proporción varía desde un alto 69% en África hasta un bajo 35% en Europa. La tendencia actual es al descenso debido a reciente declinación universal de tasa de natalidad. La declinación más rápida de las poblaciones jóvenes se espera en Asia y América Latina, las cuales podrían alcanzar niveles por debajo del 40% hacia 2050, similares a Norteamérica. Hacia mediados de la centuria, África tendrá la mayor población joven (53%) y Europa la menor (30%). Las proyecciones para el año 2050 son de 31,4% para China; 37,8% para India; 53% para Nigeria y 34,2% para el Reino Unido. La figura 2 muestra un rápido cambio en la composición etaria de la población a lo largo de las próximas décadas, pero a largo plazo (después de 2100) podría esperarse una estabilización, asumiendo que las tasas de natalidad y mortalidad se estabilicen, y sin grandes flujos migratorios.

Estas tendencias tienen grandes implicancias para las estrategias de movilidad, tales como elecciones de transporte para ambientes nacionales y locales, rurales y urbanos; para los patrones de consumo de alimentos, agua energía y bienes manufacturados; para las edificaciones y para el bienestar de los ancianos. Las elecciones y expectativas de estilo de vida y los patrones de consumo, junto con las demandas sobre los recursos naturales, mostrarán distintas características en diferentes regiones como resultado de estas demografías en transición.

Más habitantes urbanos

La actual era de rápida urbanización comenzó con el inicio de la Revolución Industrial en el Norte. Las oportunidades de empleo en los sectores de manufactura y servicios estaban a menudo en las ciudades. Los excedentes de mano de obra de las áreas rurales se mudaron a las urbes en búsqueda de trabajo y una vida mejor. Las áreas urbanas eran atractivas ya que proveían mejores ingresos, mejor acceso a escuelas, oportunidades culturales, servicios sociales y de cuidado de la salud. Las áreas urbanas de un millón o más de habitantes hoy son 450 en todo el

Figura 2a - Porcentaje de personas con más de 65 años.

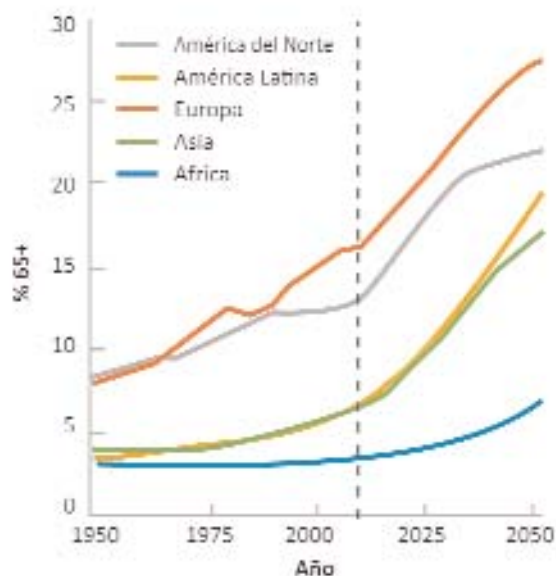
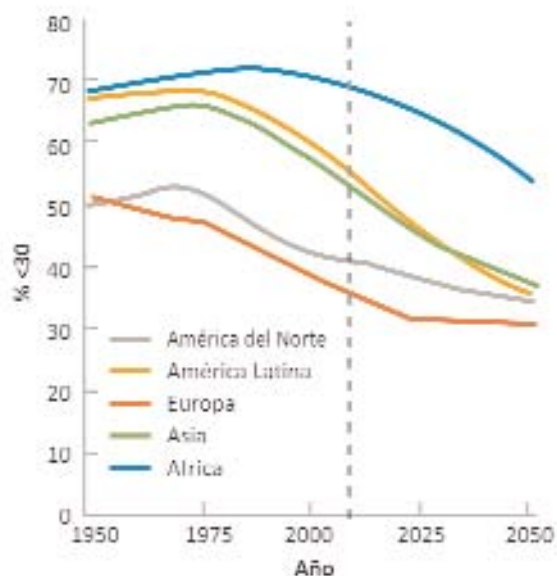


Figura 2b- Porcentaje de personas menores de 30 años.



Fuente: United Nation World Population Prospects

mundo y albergan a más de 1000 millones de personas. Las "megaciudades" que tienen más de 10 millones de residentes son 20 (Tabla 1), y se anticipa una cantidad de 29 para 2025.

En las áreas del mundo actualmente desarrolladas la urbanización ocurrió a paso moderado durante los siglos XIX y XX. Sin embargo, poco cambió en el Sur hasta la segunda mitad del siglo pasado. En 1950 el porcentaje de población mundial que vivía en áreas urbanas alcanzó el 29%, variando desde 51% en Europa y Norteamérica hasta 15% en África y Asia (Figura 3). A lo largo de la pasada centuria, la urbanización ha avanzado a paso récord en el mundo, promediando un 50% en 2010, con África y Asia más que duplicando su tasa. China, con 97 núcleos urbanos con más de un millón de habitantes, tiene la más alta concentración de estas ciudades. India, EE.UU. y Europa tienen 40, 39 y 40, respectivamente. África en su conjunto tiene 41. Se espera que esta tendencia continúe en las próximas décadas, con una proporción de población urbana que alcanzará entre el 80 y 90% en Norteamérica, Europa y América Latina. Se espera que África y Asia permanezcan mucho menos urbanizadas, aunque podrían estar por encima del 50% en 2050 (China 73,2%; India 54,2%; Nigeria 75,4%), resultando en un promedio global de 75% de población citadina. Hacia el fin de este siglo, la transición rural-urbana debería estar cerca de completarse, con una gran mayoría de la gente viviendo en ciudades.

Tabla 1 – Ranking de megaciudades según su población

Puesto	Megaciudad	País	Población
1	Tokyo	Japón	34,000,000
2	Guangzhou	China	24,200,000
3	Seoul	Corea del Sur	21,200,000
4	México	México	23,400,000
5	Delhi	India	23,200,000
6	Mumbai	India	22,800,000
7	New York	EE.UU.	22,200,000
8	San Pablo	Brasil	20,900,000
9	Manila	Filipinas	19,600,000
10	Shanghai	China	18,400,000
11	Los Angeles	EE.UU.	17,900,000
12	Osaka	Japón	16,800,000
13	Kolkata	India	16,300,000
14	Karachi	Pakistán	16,200,000
15	Jakarta	Indonesia	15,400,000
16	Cairo	Egipto	15,200,000
17	Moscú	Rusia	13,600,000
18	Beijing	China	13,600,000
19	Dhaka	Bangladesh	13,600,000
20	Buenos Aires	Argentina	13,300,000

Fuente: The Principle Agglomerations of the World

Durante la etapa de transición del siglo XXI, la edad demográfica llevará a diferentes requerimientos urbanos en el Norte y en el Sur. Con el progreso de la centuria, las largamente urbanas poblaciones del Norte estarán compuestas principalmente de personas mayores, con un conjunto de necesidades particulares, mientras que la rápidamente urbanizada población del Sur será más joven, con diferentes exigencias. Esto significará que para el período transicional, las respuestas a la mayor urbanización tendrán características diferentes en las dos regiones y no siempre serán aplicables universalmente.

El efecto combinado del veloz crecimiento de la población y de la creciente urbanización ha llevado a un incremento extremadamente rápido en el tamaño de las poblaciones urbanas en el Sur en desarrollo. Esta expansión ha sido dificultosa de absorber en los países más pobres, donde la infraestructura ha sido sobrepasada, con el resultado de escuelas y hospitales abarrotados, continuos problemas de tránsito, inadecuado transporte público, y falta de agua potable y obras de sanitización. La crónica escasez de viviendas ha llevado al explosivo crecimiento de villas de emergencia, donde los pobres viven en condiciones vergonzosas con poco acceso a servicios y a infraestructura. El desafío de estas villas probablemente permanecerá difundido en las futuras décadas.

Hay 20 megaciudades con más de 10 millones de personas



China tiene 97 ciudades con más de un millón de habitantes

Más consumo

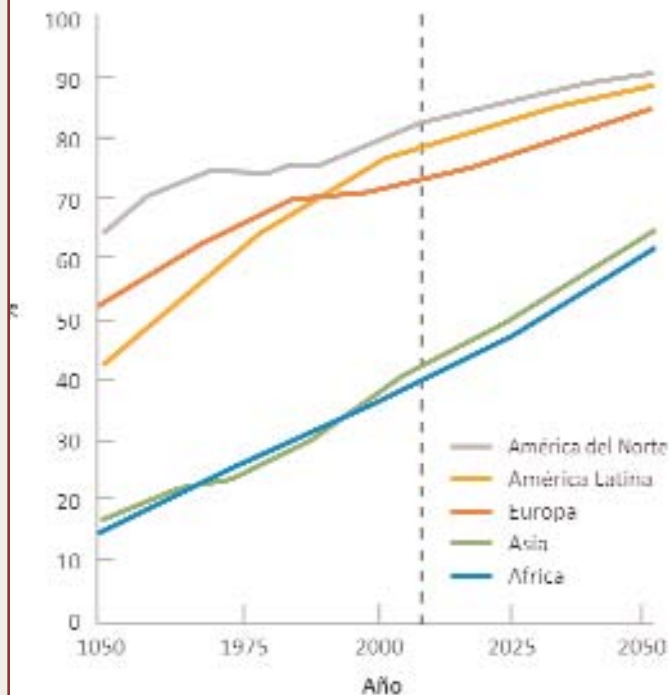
La Revolución Industrial creó enorme riqueza y elevó el estándar de vida de miles de millones de personas en el Norte. La medida más comúnmente utilizada para medir estándar de vida es el Producto Bruto Interno por persona (o PBI per cápita). El PBI per cápita global hoy es aproximadamente U\$S 8000 al año (ajustado por diferencias en el costo de vida a lo largo del mundo). Las disparidades regionales en ingresos son grandes y persistentes (Figura 4). El PBI real per cápita en Norteamérica ha crecido 25 veces desde principios del siglo XIX. El ingreso promedio per cápita también ha subido en un orden de magnitud en Europa, América Latina y Asia (Figura 4). Desafortunadamente, los países más pobres del mundo –principalmente ubicados en África– han avanzado a un paso mucho más lento. Como consecuencia la disparidad entre las regiones más ricas y las más pobres se ha ensanchado. La relación entre el ingreso promedio per cápita en Norteamérica y África ha pasado de tres veces a principios de 1900 a 17 veces en la actualidad.

Los estándares de vida se espera que continúen aumentando en el futuro, con el crecimiento más rápido en Asia y con los avances más lentos en Europa y Japón. Asia era la región más pobre en 1950, pero ha visto desde entonces un excepcional crecimiento, con un PBI per cápita que ha crecido ocho veces en medio siglo. Este escape de la pobreza de la región más populosa del mundo, ahora en rápida expansión y con creciente afluencia de población, implica un incremento sin precedentes en la demanda de bienes de consumo, energía, alimentos procesados, agua, espacio para viviendas, productos de esparcimiento y turismo.

Alimentos

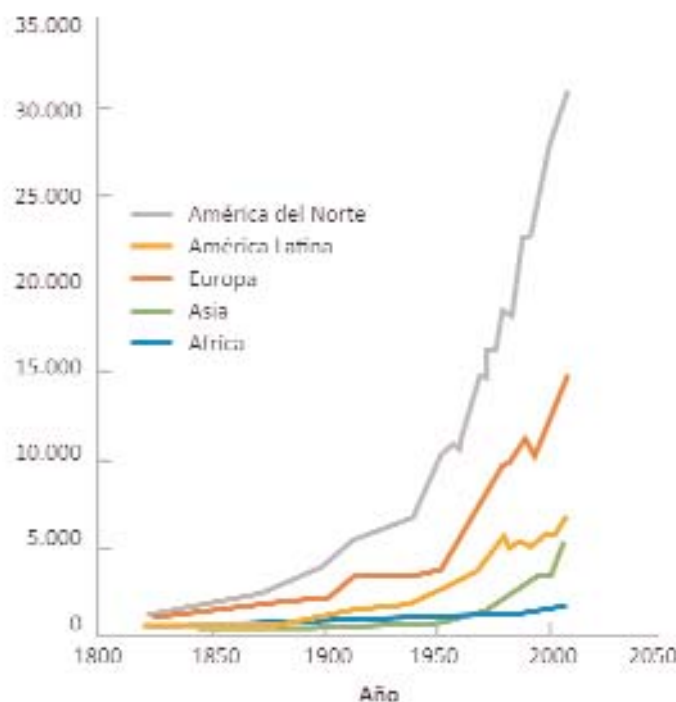
Los avances en la ciencia y la ingeniería a lo largo de la pasada centuria han llevado a enormes mejoras en la cantidad y calidad de los alimentos disponibles para el

Figura 3 – Porcentaje de habitantes urbanos



Fuente: United Nation World Population Prospects

Figura 4 – PBI per cápita 1820-2008 (\$ 1990)



Fuente: Groningen Growth y Development Center

ser humano, primero en el Norte desarrollado y más recientemente en los países del Sur. A principios del 1900, un granjero en los EE.UU. podía alimentar a 2,5 personas. Hacia el fin de siglo alimentaba a 97 americanos y a 32 habitantes del extranjero. Hoy, el aporte de alimentos ha superado las 3.400 kcal/persona/día en el

mundo desarrollado, con la aparición de la obesidad como un problema en algunas naciones, debido al exceso de consumo. En el mundo en desarrollo, el aporte calórico subió de 2.111 a 2.654 kcal/persona/día entre 1961 y 2000. La malnutrición y la subnutrición han declinado sustancialmente pero siguen difundidas en los países más pobres. Esto es a pesar de los significativos niveles de desperdicio de alimentos en las naciones desarrolladas y subdesarrolladas.

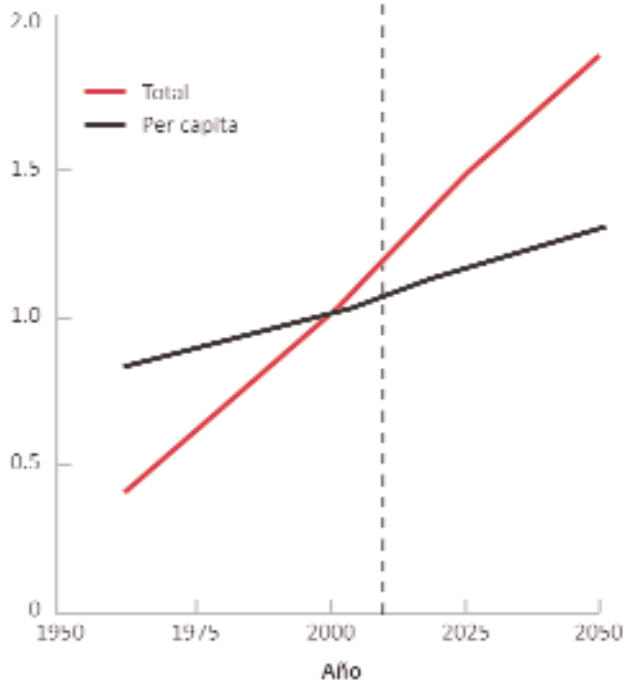
Tener la capacidad científica y de ingeniería para producir suficiente comida para alimentar a la población mundial no significa necesariamente que no habrá más hambre. Este último es a menudo un problema social o político de pobreza, que resulta en una falta de acceso, más que un límite técnico de capacidad productiva. Se estima que alrededor de mil millones de personas están hoy subnutridas.

Con una población en rápido crecimiento en el siglo XXI, la provisión de suficiente comida será un desafío aún mayor, particularmente en la medida que los hábitos dietéticos en muchas sociedades en desarrollo están cambiando hacia un mayor consumo de carnes procesadas y aceites vegetales, junto con una reducción relativa en la demanda de arroz y trigo. El Banco Mundial predice un aumento del 50% en la demanda de cereales, en comparación con el aumento del 85% en la demanda de carne entre 2000 y 2030. Las estimaciones también indican que hacia el 2050 el ganado estará consumiendo más alimento que el que consumía la población humana en 1970.

Estas tendencias emergentes están expandiendo la demanda de producción agrícola. La demanda total más que se duplicó entre 1961 y 2000, y se espera que esté próxima a duplicarse nuevamente entre el 2000 y el 2050 (ver figura 5). Virtualmente toda la mejor tierra agrícola disponible está siendo ahora utilizada para cultivar alimentos y fibra para los humanos y el ganado. Se anticipa que el 90% del reciente crecimiento en la producción agrícola mundial (80% en los países en desarrollo) ha sido debido a mayores rendimientos y a intensificación de cultivos, mientras que el resto del crecimiento se debe a la expansión del área utilizada.

Las consecuencias indeseadas incluyen deforestación, percolación de pesticidas y fertilizantes y la depleción de las fuentes de agua dulce. Sucesivos cambios en la producción agrícola probablemente ocurrirán a través de la implementación de nuevos métodos derivados de disciplinas científicas, técnicas, económicas y políticas. La ingeniería ya ha jugado un rol significativo en el incremento del abastecimiento alimentario, y continuará haciéndolo a través de soluciones a necesidades

Figura 5 – Demanda global de productos agrícolas (rel. 2000)



Fuente: FAO World Agriculture

fundamentales, tales como la biotecnología para incrementar los rendimientos y para utilizar tierras secundarias, el incremento en la eficiencia del uso del agua (tanto en la producción de cultivos como en el procesamiento posterior), ulterior mecanización, reducción de pérdidas postcosecha, y mejor uso de la tierra a través de drenajes optimizados y control de salinidad y alcalinidad.

El proyectado incremento en la urbanización significará que, en muchos casos, los alimentos tendrán que ser transportados mayores distancias antes de que alcancen su destino final. Esto podría también ser una consecuencia del cambio climático a mediados del siglo XXI, en la medida que las proyecciones indican un posible incremento en la dispersión de las tierras productivas en áreas tales como Este y Sudeste Asiático, Norte de Europa, Norte América y las regiones polares, las cuales estarán alejadas de las mayores concentraciones de la creciente población. El aumento en la eficiencia de la infraestructura de distribución y de las técnicas de logística –junto con reducciones en las emisiones de gases con efecto invernadero en el transporte– serán necesarias para asegurar que el máximo beneficio pueda ser alcanzado por todos.

En adición, el rol de la producción de alimentos dentro de áreas urbanas puede volverse más importante, aunque no está claro si la escala de tales esfuerzos será capaz de alcanzar una contribución significativa para los requerimientos nutricionales de las ciudades mayores. Para concretar este potencial en un plan maestro de uso de la tierra dentro de un desarrollo urbano y a escala de ciudad, será necesario considerar los requerimientos extras de tales iniciativas.

Desperdicio de alimentos

Hay grandes ganancias a alcanzar en la reducción de pérdidas postcosecha, tanto en países desarrollados como en desarrollo. En el caso de las naciones del Norte, hay menos pérdidas desde la granja al supermercado, pero son posibles significativos ahorros e incrementos de eficiencia a partir del consumidor. Un sorprendente promedio del 25% de todos los alimentos frescos es tirado a la basura luego de su compra en los comercios. En contraste, en el Sur el desafío es la provisión de una apropiada infraestructura, conocimiento de distribución y capacidad de almacenamiento, tanto doméstico como comercial. La tabla 2 provee cifras indicadoras de las pérdidas de cultivos luego de la cosecha en las naciones en desarrollo, con variaciones desde unos pocos puntos porcentuales hasta las pérdidas casi totales. En la India, por ejemplo, entre el 35 y el 40% de la producción de frutas y vegetales se pierde cada año entre la granja y el consumidor. Esta es una cantidad mayor que todo el consumo completo del Reino Unido, siendo desperdiciada en su mayor parte debido a malas condiciones de almacenamiento, a un manejo inadecuado entre las cadenas de frío durante el transporte y a pobres prácticas de gestión.

La Institución de Ingenieros Mecánicos cree que la implementación de las soluciones y técnicas existentes –muchas de las cuales son de relativo bajo costo– en la prevención de estas pérdidas podría contribuir a asegurar los alimentos básicos para una población creciente.

También se requerirán soluciones en el campo de la eficiencia del uso de agua en agricultura, particu-



La demanda de productos agrícolas se duplicará para el 2050

larmente en los sitios donde la presión del crecimiento de la población está exacerbada por el estrés inducido por el cambio climático. Las reducciones en el agua "incluida" en los cultivos podrían ser alcanzadas por muchas técnicas. Éstas pueden ir desde la ubicación de sensores en los sistemas de riego de los cultivos para detectar áreas con un mayor nivel de estrés hídrico hasta el uso de tecnología GPS para informar o controlar los patrones de entrega de agua.

El tema del agua incluida se aplica no sólo en forma directa a los productos alimenticios, como cereales, arroz y carne, sino también a los alimentos procesados. El consumo de alimentos procesados está en aumento y como resultado el uso del agua en las operaciones de elaboración también aumenta. Por ejemplo, la producción y procesamiento de carne bovina utiliza cerca de 12 veces la cantidad de agua que se utiliza en el caso del trigo: producir una caloría de proteína cárnica bovina requiere 54 calorías de energía fósil y hay 15.500 litros de agua "incluida" en cada kilogramo de carne.

Agua

En general, la agricultura es la actividad que más agua utiliza, acaparando el 70% de toda el agua consumida en el mundo, y hasta el 90% en países en desarrollo (India). Como resultado de los cambios anticipados en la dieta y en la proyectada duplicación de la producción de alimentos hacia el 2050, la extracción de agua con fines agrícolas se incrementará en más del 20% hacia 2025, con algunos escenarios que predicen entre 35 y 60%.

El agua potable es esencial para el bienestar humano: además de su uso agrícola y en procesamiento de alimentos, cubre las necesidades fisiológicas de ingesta de fluidos y es necesaria para mantener la higiene y la salud. Sin embargo, el uso doméstico alcanza sólo al 10% del agua mundial, mientras que los procesos relacionados con la producción industrial y la energía consumen el restante 20%. Los patrones geográficos de extracción para este sector han seguido la redistribución de las fábricas y otras actividades industriales desde el Norte al Sur, y probablemente lleven a incrementar el estrés en el mundo en desarrollo en las próximas décadas. El crecimiento del perfil industrial de un país individual tiene un impacto significativo sobre la extracción de agua para la industria, variando desde un bajo 10% en las naciones subdesarrolladas hasta más del 60% en las totalmente industrializadas. Por ejemplo, la extracción de agua con fines industriales y energéticos ha caído en EE.UU. y el Reino Unido, pero se ha incrementado en China, India y otras naciones asiáticas en desarrollo, y continúa incrementándose en esas áreas. Globalmente, se anticipa que la extracción para uso industrial se incrementará en un 50% hacia 2025, debido fundamentalmente al desarrollo económico de Asia.

El consumo total mundial de agua se prevé que aumente un 30% sobre los niveles actuales hacia 2030.

Tabla 2 – Porcentajes de pérdidas de cultivos post-cosecha en países en desarrollo

Manzanas	14
Paltas	13
Bananas	20-80
Repollo	37
Zanahoria	11
Cassava	10-25
Coliflor	49
Cítricos	20-95
Uvas	27
Lechuga	62
Cebollas	16-36
Papayas	40-100
Plátanos	35-100
Papas	5-10
Pasas	20-95
Frutas de carozo	28
Batatas	35-95
Tomates	5-50

En el Norte de Europa y en Norteamérica los problemas probablemente estarán relacionados con la calidad del agua (y con inundaciones relacionadas con el cambio climático) y en otras regiones con una alteración, ligada a un estrés hídrico, en el abastecimiento a cadenas agrícolas/industriales. En particular, las dificultades en cubrir las necesidades de la industria en Asia y en las naciones de África en desarrollo reciente –como resultado de los efectos combinados del crecimiento poblacional y del cambio climático– pueden llevar a dificultades en el abastecimiento de bienes de consumo manufacturados. Es posible, sin embargo, que las interrupciones a las cadenas alimentarias en estas regiones sean compensadas por el incremento de oportunidades para la agricultura en áreas donde el cambio climático aumente la capacidad productiva y las opciones de cultivos.

Globalmente, el problema fundamental no está en la falta de agua. Está en que el abastecimiento no cubre la demanda en el determinado momento y lugar en que la gente está viviendo. Muchas de las técnicas, tecnologías y prácticas necesarias para conseguir agua segura ya existen, pero necesitan ser refinadas, mejoradas y localizadas. Cuando el abastecimiento excede a la demanda, se hace poco esfuerzo para capturar y almacenar el sobrante. Muchas regiones del mundo están experimentando estrés hídrico, pero las causas y soluciones pueden ser muy diferentes. La disponibilidad de agua potable varía ampliamente, desde insignificante en regiones áridas (gran parte del Sahel y partes de Medio Oriente) hasta masiva en áreas de selva tropical (por ej. África



Los países pobres con falta de fuentes naturales enfrentan las más severas carencias de agua

Central y el Amazonas). En 2006 el 54% de la población del mundo tenía acceso a agua corriente, 33% tenía acceso a otras fuentes mejoradas, mientras que los restantes 884 millones de personas no tenían ningún acceso mejorado.

Mientras que las regiones de altos ingresos pueden superar una falta de fuentes de agua natural (por ejemplo, utilizando la desalinización en los países ricos en petróleo de Medio Oriente), los países pobres no pueden hacerlo. Las más severas necesidades de agua son así encontradas en los países pobres con falta de fuentes naturales. La figura 6 grafica el porcentaje de población con acceso a agua de bebida mejorada según PBI per cápita en 2006. El acceso es cercano al 100% en casi todos los países con ingresos que superan los U\$S10.000 por año. En varios países pobres no se llega al 50% de esa cifra (por ej. Etiopía, Chad, Niger, Nigeria, Somalia).

En el Norte de Asia, particularmente en China, se anticipa un bajo crecimiento de la población junto con un crecimiento económico masivo, el cual podría ser inhibido por el estrés hídrico. Por otro lado, el cambio en la dieta y la demanda incrementada de bienes de consumo en una población creciente y cada vez más próspera probablemente llevará a un uso más intensivo del agua para agricultura y alimentos y también incrementará el uso industrial. A pesar de que China aloja actualmente a alrededor del 20% de la población mundial, tiene sólo un 7% de las reservas de agua dulce. Esto, acompañado con una falta de regulación durante el reciente desarrollo, ha llevado a muchos problemas significativos.

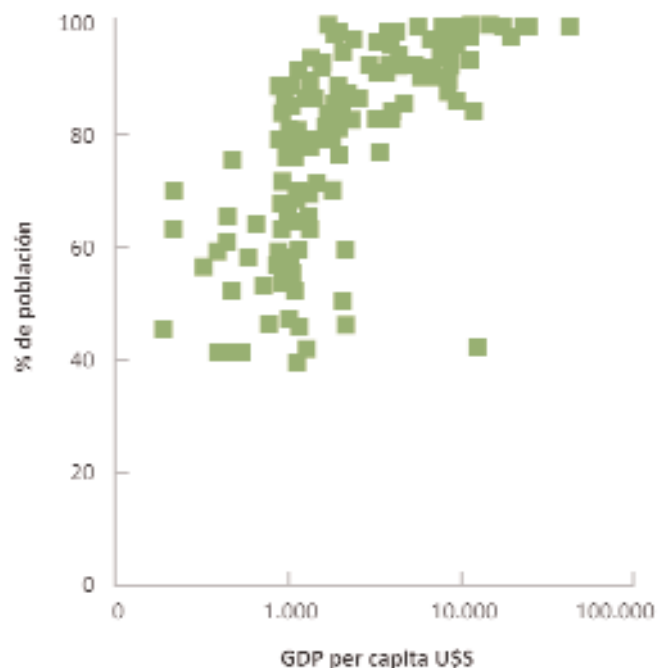
Dos tercios de las ciudades chinas experimentan carencias de agua, con 110 de ellas clasificadas como "severas". En el Norte de China, el 90% de los acuíferos localizados debajo de ciudades están contaminados. Estos problemas han sido exa-

cerbados por la rápida urbanización de la región. La población de Shenzhen se ha incrementado diez veces desde 1980 cuando fue seleccionada como primera "Zona Económica Especial". La extracción intensiva de agua subterránea ha llevado a la intrusión de agua de mar dentro de la napa, reduciendo su viabilidad como fuente de agua potable para la ciudad. Este problema no está confinado, sin embargo, sólo a ambientes urbanos. En la cuenca rural Fuyang, los productores agrícolas se dedicaron al riego con agua subterránea durante varias décadas, llevado a que el nivel de la napa caiga 50 metros.

Uno de los problemas geográficos fundamentales en China es el hecho de que la mayor parte de la lluvia cae en el Sur del país, mientras que muchos de los centros urbanos están en el Norte. Esto ha llevado al desarrollo del Proyecto de Transporte de Agua Sur-Norte, con la intención de transportar 50 mil millones de m³ de agua cada año hasta el Norte seco, a un costo de unos U\$S 50.000 millones. Sin embargo, el transporte se hace utilizando principalmente canales y ríos, lo que significa que las pérdidas a través de evaporación son significativas y probablemente aumenten con las mayores temperaturas proyectadas en los modelos de cambio climático.

En el caso del Sudeste Asiático (por ejemplo India), se prevé que experimente un alto crecimiento poblacional y económico en ya estresadas cuencas hidrológicas compartidas. Esto podría llevar a inestabilidad geopolítica. Los mayores ríos en la India y China están muy altamente utilizados y contaminados,

Figura 6 – Porcentaje de población con acceso a agua mejorada, 2006



Fuente: United Nations Population División. PRED 2009



haciendo dificultoso sostener cualquier incremento en las actuales tasas de extracción. Se prevé que el cambio climático exacerbará las potenciales carencias de agua en estas zonas.

En el África Subsahariana, donde se proyecta un gran aumento de la población y un alto crecimiento económico a partir de los relativamente bajos niveles actuales, es probable que ocurran fenómenos localizados de estrés a partir de variables hidrológicas, los cuales podrían impactar en el desarrollo económico. Asimismo, la creciente migración de los habitantes a ciudades con pobre infraestructura de provisión de agua y de obras sanitarias (por ejemplo, villas de emergencia) es probable que lleve a tensión social y a conflictos civiles.

Un hecho común -que se ve en los problemas relacionados con el agua alrededor del mundo- es la extracción no sustentable de agua subterránea a una tasa más alta de lo que la recarga natural permite. Este es un gran problema debido a la importancia del agua subterránea como recurso. El volumen de agua de napa en el planeta es 100 veces mayor que el volumen contenido en todos los ríos y lagos. Sin embargo, las reservas en muchas áreas están sufriendo problemas de depleción, salinización y polución.

Desafíos como estos podrían ser aliviados a través de una creciente adopción de técnicas ASR (Almacenamiento y Recuperación de Acuíferos), donde el agua es reintroducida a través del uso de pozos o alterando las condiciones para incrementar la infiltración natural, dependiendo en general de dónde está confinado el acuífero. La fuente puede ser agua residual tratada, agua pluvial o agua de lluvia. Sin embargo, la ASR no es posible en todas las áreas y serán necesarias otras alternativas tecnológicas.

La desalinización es una tecnología que probablemente se utilizará cada vez más en el futuro. Los avances en las tecnologías de membrana a lo largo de las últimas décadas han reducido significativamente el costo de la desalinización, tanto en términos económicos como de requerimiento de energía. Sin embargo, aún permanece como una de las opciones más caras de abastecimiento de agua, por lo que está restringida a las naciones ricas en energía.



Aunque la desalinización es algo común en regiones tradicionalmente áridas del mundo desarrollado, tales como Australia y Medio Oriente, está siendo cada vez más utilizada en zonas con clima más atemperado, donde el crecimiento de la población ha sobrepasado el abastecimiento natural de agua. La desalinización no puede ser considerada en forma aislada y debería ser parte de un conjunto de tecnologías que se adopten para combatir los futuros problemas de abastecimiento de agua.

Lo que es claro es que los tomadores de decisiones necesitan tomar más conciencia de los problemas de escasez y trabajar más cerca de los ingenieros para encontrar soluciones localizadas. En la planificación de proyectos de desarrollo, el agua necesita ser ubicada más alto en la agenda. Esto puede ir desde un mayor reciclado de agua doméstica hasta la implementación de estrategias que abarquen toda la ciudad. A medida que las ciudades crecen, la infraestructura necesita ser expandida y mejorada. Esta es una oportunidad para implementar soluciones a uno de los problemas fundamentales: el hecho de que el agua es entregada con un muy alto nivel de pureza, independientemente del uso al que está dirigida, y que las aguas residuales son consideradas contaminadas en alto grado, sin tener en cuenta para qué han sido utilizadas.

En el nivel más simple, el primer paso puede ser proveer sistemas de alcantarillado y sistemas de agua pluviales separados, para permitir que el agua menos contaminada sea almacenada durante la época más lluviosa y utilizada como fuente en tiempos de sequía. Esto puede tornarse cada vez más importante en áreas que experimentan patrones cambiantes de lluvia como consecuencia del cambio climático, particularmente en caso de países donde se proyectan eventos más extremos de lluvias y de sequías. En los grandes desarrollos edilicios, la recolección del agua de lluvia para utilizarla en el lavado de ropa y en los baños debe ser fuertemente aconsejada, con redes de distribución separada de agua potable y no potable. En zonas costeras, el agua salada podría ser utilizada para los sanitarios de los baños.