**DIMENSIÓN: AGUA**

**Definición**

El agua potable es el principal recurso que hace posible la actividad humana dentro de las ciudades. Es imposible para una ciudad alcanzar la sustentabilidad si sus fuentes de abastecimiento de agua son insuficientes para satisfacer la demanda que la ciudad tiene en el presente y que tendrá en el futuro. Para medir el acceso de una ciudad al agua potable, es necesario conocer la calidad y extensión de la red de distribución de agua potable. Para medir la sustentabilidad del recurso, hay que conocer la demanda de agua potable y la capacidad de renovación de las fuentes acuíferas naturales que abastecen a la ciudad.

El agua es uno de los 17 temas que la Organizacion de las Naciones Unidas considera dentro de sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (SDG, Sustainable Development Goals). Para dar seguimiento a estos objetivos, un grupo interdisciplinario de expertos de la ONU trabaja en el desarrollo de indicadores para el seguimiento a objetivos. En la 48a sesión de la Comisión de Estadística de las Naciones Unidas, celebrada en Marzo de 2017, este grupo liberó un conjunto de 232 indicadores sobre los cuales se ha alcanzado consenso. La ONU considera diferentes indicadores para medir la sustentabilidad del agua. Para el desarrollo de la Plataforma de Conocimiento de Ciudades Sustentables se construirán indicadores en base a los desarrollados por la ONU.

| **ID PCCS** | **DESCRIPCION DEL INDICADOR** | **ID SDG (base)** |
| --- | --- | --- |
|  | **AG01. Disponibilidad y acceso al Agua** |  |
| AG01.1 | Proporción de la población que utiliza servicios de agua potable manejados de manera saludable | 6.1.1 |
| AG01.2 | Nivel de estrés de sustracción de agua en proporción a los recursos disponibles de agua potable. | 6.4.2 |
| AG01.3 | Proporción de cuerpos de agua con buena calidad del agua en su estado natural. | 6.3.2 |
| AG01.4 | Cambios en la eficiencia en la utilización del agua a través del tiempo. | 6.4.1 |
| AG01.5 | Cambio en la extensión de ecosistemas relacionados con el agua a través del tiempo. | 6.6.1 |
|  | **02 - Sanitizacion del Agua** |  |
| AG02.1 | Proporcion de la poblacion que utiliza servicios de sanitización manejados de manera saludable,  incluyendo insltalaciones con jabón para lavado de manos. | 6.2.1 |
| AG02.2 | Proporción de agua de desperdicio tratada de manera segura | 6.3.1 |
|  | **03 - Administración del Agua** |  |
| AG03.1 | Grado de implementación de la Administración Integral de los recursos acuíferos (0-100). | 6.5.1 |
| AG03.2 | Proporción de cuencas transfronterizas con un arreglo operacional para cooperación | 6.5.2 |
| AG03.3 | Cantidad asistencia oficial al desarrollo acuífero y de sanitización que forma parte de un  plan de gastos coordinado por el gobierno. | 6.a.1 |
| AG03.4 | Proporción de unidades administrativas locales con políticas y procedimientos establecidos  y operacioneales para la participación de comunidades locales en la administración y saneamiento del agua. | 6.b.1 |

Los indicadores para el seguimiento a los Objetivos de Desarrollo Sustentable de la ONU fueron desarrollados para establecer punto de referencia entre países. Aplicarlos directamente a las ciudades mexicanas representa un reto por la disponibilidad de la información para las ciudades mexicanas, tanto por el nivel de desagregación disponible como por parámetros para los cuales no existe seguimiento a la fecha de la realización de este estudio. Por este motivo, Este estudio toma como base los indicadores propuestos por la ONU para generar indicadores locales aplicables a la realidad mexicana.

**Introducción**

Este documento contiene las notas del análisis de los datos disponibles para los municipios que forman parte de alguna de las ciudades que componen el Sistema Urbano Nacional (SUN). El principal objetivo de estas notas es conocer para cuántas zonas metropolitanas se puede calcular una calificación, para que esto pueda hacerse es necesario que todos los municipios de una ciudad cuenten con todas las variables que serán utilizadas para definir los parámetros de la dimensión. La selección de las variables se definirá con el ejercicio descrito en estas notas. Este documento contiene las secuencias de extracción y procesamiento de los datos para generar los indicadores de Agua para la Plataforma de Conocimiento de Ciudades Sustentables.

In [321]:

*# librerías utilizadas*

**from** **IPython.display** **import** Markdown, Image

%**matplotlib** inline

**from** **\_\_future\_\_** **import** division

**import** **numpy** **as** **np**

**import** **pandas** **as** **pd**

**import** **matplotlib.pyplot** **as** **plt**

In [327]:

*# Configuracion del sistema*

**import** **sys**; print('Python **{}** on **{}**'.format(sys.version, sys.platform))

print('Pandas version: **{}**'.format(pd.\_\_version\_\_))

**import** **platform**; print('Running on **{}** **{}**'.format(platform.system(), platform.release()))

Python 3.6.1 |Anaconda 4.4.0 (64-bit)| (default, May 11 2017, 13:25:24) [MSC v.1900 64 bit (AMD64)] on win32

Pandas version: 0.20.1

Running on Windows 8.1

**Datos**

La base de datos está en formato delimitado por comas (csv). Este archivo es el resultado de la extracción de datos a los archivos que el INEGI distribuye en sus anuarios estadísticos.

In [323]:

data = pd.read\_csv("test.csv")

Markdown('La base de datos tiene **{}** filas y **{}** columnas. Cada columna es una variable:'.format(data.shape[0], data.shape[1]))

Out[323]:

La base de datos tiene 365 filas y 38 columnas. Cada columna es una variable:

Las 38 variables que contiene la base de datos son:

In [201]:

vdesc = data.columns[0:8]

**for** i,a **in** enumerate(data.columns):

print(i,a)

0 \_id

1 año

2 collection

3 cve\_ent

4 cve\_mun

5 cve\_sun

6 entidad

7 municipio

8 total\_disponibilidadYacceso

9 plantas\_total

10 plantas\_primario

11 plantas\_secundario

12 plantas\_terciario

13 entubada\_total

14 entubada\_dentro\_de\_vivienda

15 entubada\_fuera\_de\_vivienda\_dentro\_de\_terreno

16 acarreo\_total

17 acarreo\_llave\_comunitaria

18 acarreo\_otra\_vivienda

19 acarreo\_pipa

20 acarreo\_pozo

21 acarreo\_rio\_lago\_arroyo

22 acarreo\_lluvia

23 acarreo\_no\_especificado

24 disponen\_total

25 disponen\_red\_pública

26 disponen\_fosa\_tanque\_(biodigestor)

27 disponen\_barranca\_grieta

28 disponen\_río\_lago\_mar

29 no\_disponen

30 capacidad\_total

31 capacidad\_primario

32 capacidad\_secundario

33 capacidad\_terciario

34 volumen\_total

35 volumen\_primario

36 volumen\_secundario

37 volumen\_terciario

Las primeras ocho variables, con índices del cero al siete, son aspectos descriptivos. A partir de la novena columna, con índice ocho, se encuentran las variables con información cuantitativa sobre consumo, almacenamiento, fuentes de agua, entre otras.

Cada fila corresponde a un municipio y cada municipio corresponde a una zona metropolitana. Para saber a qué ciudad, o zona metropolitana, corresponde un municipio debe de observarse su clave del SUN (cve\_sun). El siguiente paso es agrupar a todos los municipios de acuerdo con esta clave.

In [16]:

*# Agrupación de todos los municipios según su clave SUN.*

zm = data.groupby("cve\_sun").count()

print("Zonas metropolitanas en total: ",zm.shape[0])

Zonas metropolitanas en total: 59

**Selección de datos para el estudio**

Para la creación de indicadores es necesario contar con información completa. En esta sección se seleccionarán de la base de datos, las ciudades del SUN con información completa. Python identifica las celdas sin información disponible con el indicador NaN. Por lo tanto, para identificar los municipios que cuentan con información completa será necesario filtrar todos los municipios que no tengan ningún NaN en sus variables.

In [56]:

*# Agrupación según clave SUN con todas las variables con valor diferente a "NaN".*

zm\_sinNaN = data.dropna().groupby("cve\_sun").count()

print("Zonas metropolitanas sin valores 'NaN': ",zm\_sinNaN.shape[0])

Zonas metropolitanas sin valores 'NaN': 38

Tal y como muestran las líneas de código anteriores, exiten 59 zonas metropolitanas; cada una está compuesta por cierto número de municipios. Sin embargo, la tabla de datos original tiene muchos valores vacíos (NaN) por lo que, al filtar todos los municipios que no tienen valores vacíos y al agruparlos según su clave SUN, en realidad, de acuerdo con los datos, existen 38 ciudades cuyos municipios cuentan con todas las variables disponibles.

Esto no quiere decir que se cuenta con toda la información para todos los municipios que conforman estas 38 ciudades; la variable zm\_sinNaN enlista el número de municipios por ciudad que no presentan valores NaN. Por ende, el siguiente paso es observar cuántas ciudades tienen toda la información para todos sus municipios.

In [18]:

*# Lista de claves SUN de las ciudades sin 'NaNs' para filtrar.*

cves\_sinNaN = zm\_sinNaN.index.tolist()

*# Filtro de ciudades con la lista anterior.*

zm = zm.loc[zm.index.isin(cves\_sinNaN)]

*# ¿Qué ciudades tienen la información completa para todos sus municipios?()*

(zm\_sinNaN / zm)[:10]

Out[18]:

|  | **\_id** | **año** | **collection** | **cve\_ent** | **cve\_mun** | **entidad** | **municipio** | **total\_disponibilidadYacceso** | **plantas\_total** | **plantas\_primario** | **...** | **disponen\_río\_lago\_mar** | **no\_disponen** | **capacidad\_total** | **capacidad\_primario** | **capacidad\_secundario** | **capacidad\_terciario** | **volumen\_total** | **volumen\_primario** | **volumen\_secundario** | **volumen\_terciario** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **cve\_sun** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **1** | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.0 | 1.0 | ... | 1.000000 | 1.000000 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| **2** | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.0 | 1.0 | ... | 1.000000 | 1.000000 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| **3** | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.0 | 1.0 | ... | 1.000000 | 1.000000 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| **4** | 0.500000 | 0.500000 | 0.500000 | 0.500000 | 0.500000 | 0.500000 | 0.500000 | 0.500000 | 1.0 | 1.0 | ... | 0.500000 | 0.500000 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| **8** | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.0 | 1.0 | ... | 1.000000 | 1.000000 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| **9** | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.0 | 1.0 | ... | 1.000000 | 1.000000 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| **10** | 0.333333 | 0.333333 | 0.333333 | 0.333333 | 0.333333 | 0.333333 | 0.333333 | 0.333333 | 1.0 | 1.0 | ... | 0.333333 | 0.333333 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| **11** | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.0 | 1.0 | ... | 1.000000 | 1.000000 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| **12** | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.000000 | 1.0 | 1.0 | ... | 1.000000 | 1.000000 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| **13** | 0.644737 | 0.644737 | 0.644737 | 0.644737 | 0.644737 | 0.644737 | 0.644737 | 0.644737 | 1.0 | 1.0 | ... | 0.644737 | 0.644737 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

10 rows × 37 columns

Aquellas ciudades cuya proporción es igual a uno serán seleccionadas.

In [220]:

*# Municipios por ciudad con información completa entre el total de los municipios que existen en esa ciudad.*

zm = zm\_sinNaN / zm

*# Filtar aquellas ciudades cuyos municipios cuentan con toda la información disponible.*

zm = zm[zm['\_id'] == 1]

zm.head()

Out[220]:

|  | **\_id** | **año** | **collection** | **cve\_ent** | **cve\_mun** | **entidad** | **municipio** | **total\_disponibilidadYacceso** | **plantas\_total** | **plantas\_primario** | **...** | **disponen\_río\_lago\_mar** | **no\_disponen** | **capacidad\_total** | **capacidad\_primario** | **capacidad\_secundario** | **capacidad\_terciario** | **volumen\_total** | **volumen\_primario** | **volumen\_secundario** | **volumen\_terciario** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **cve\_sun** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **3** | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | ... | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| **11** | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | ... | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| **44** | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | ... | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| **45** | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | ... | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

4 rows × 37 columns

Ya que se tienen las claves SUN de las ciudades sin datos faltantes hay que filtrar los datos de los municipios y declarar una nueva variable con esta información.

In [20]:

muns = data.loc[data['cve\_sun'].isin(zm.index.tolist())]

muns.head()

Out[20]:

|  | **\_id** | **año** | **collection** | **cve\_ent** | **cve\_mun** | **cve\_sun** | **entidad** | **municipio** | **total\_disponibilidadYacceso** | **plantas\_total** | **...** | **disponen\_río\_lago\_mar** | **no\_disponen** | **capacidad\_total** | **capacidad\_primario** | **capacidad\_secundario** | **capacidad\_terciario** | **volumen\_total** | **volumen\_primario** | **volumen\_secundario** | **volumen\_terciario** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **33** | 32056 | 2015 | disponibilidadYacceso | 32 | 32056 | 56 | Zac | Zacatecas | 146129.0 | 3.0 | ... | 0.08493101095749 | 1.013488 | 360 | 80.0 | 0 | 280.0 | 9.14544 | 2.52288 | 0 | 6.62256 |
| **53** | 32017 | 2015 | disponibilidadYacceso | 32 | 32017 | 56 | Zac | Guadalupe | 187910.0 | 4.0 | ... | 0.13442171561134 | 1.496461 | 620.8 | 7.0 | 12 | 601.8 | 15.84684 | 0.220752 | 0.378432 | 15.247656 |
| **64** | 32032 | 2015 | disponibilidadYacceso | 32 | 32032 | 56 | Zac | Morelos | 12324.0 | 1.0 | ... | 0.0411929477673422 | 1.257709 | 19 | 0.0 | 0 | 19.0 | 0.536112 | 0 | 0 | 0.536112 |
| **69** | 28027 | 2015 | disponibilidadYacceso | 28 | 28027 | 45 | Tamps | Nuevo Laredo | 399401.0 | 5.0 | ... | 0 | 1.426136 | 1617 | 0.0 | 1617 | 0.0 | 31 | 0 | 31 | 0 |
| **70** | 28022 | 2015 | disponibilidadYacceso | 28 | 28022 | 44 | Tamps | Matamoros | 520318.0 | 1.0 | ... | 0.0061454253453729 | 5.685946 | 435 | 0.0 | 435 | 0.0 | 10 | 0 | 10 | 0 |

5 rows × 38 columns

Las ciudades que cuentan con la información completa para todos sus municipios son las siguientes:

In [59]:

muns[muns.columns[5:8]].sort\_values('cve\_sun')

Out[59]:

|  | **cve\_sun** | **entidad** | **municipio** |
| --- | --- | --- | --- |
| **172** | 1 | Ags | Jesús María |
| **110** | 1 | Ags | Aguascalientes |
| **157** | 1 | Ags | San Francisco de los Romo |
| **155** | 2 | Bc | Tecate |
| **185** | 2 | Bc | Playas de Rosarito |
| **137** | 2 | Bc | Tijuana |
| **188** | 3 | Bc | Mexicali |
| **203** | 8 | Col | Comala |
| **149** | 8 | Col | Villa de Álvarez |
| **233** | 8 | Col | Coquimatlán |
| **318** | 8 | Col | Colima |
| **321** | 8 | Col | Cuauhtémoc |
| **153** | 9 | Col | Armería |
| **213** | 9 | Col | Tecomán |
| **158** | 11 | Chih | Juárez |
| **198** | 12 | Chih | Chihuahua |
| **268** | 12 | Chih | Aquiles Serdán |
| **357** | 12 | Chih | Aldama |
| **122** | 19 | Hgo | Tulancingo de Bravo |
| **236** | 19 | Hgo | Cuautepec de Hinojosa |
| **189** | 29 | Mor | Yautepec |
| **346** | 29 | Mor | Cuautla |
| **348** | 29 | Mor | Tlayacapan |
| **278** | 29 | Mor | Atlatlahucan |
| **324** | 29 | Mor | Ayala |
| **352** | 29 | Mor | Yecapixtla |
| **355** | 30 | Nay | Xalisco |
| **327** | 30 | Nay | Tepic |
| **84** | 35 | Pue | Tehuacán |
| **85** | 35 | Pue | Santiago Miahuatlán |
| **82** | 36 | Qro | Corregidora |
| **186** | 36 | Qro | El Marqués |
| **81** | 36 | Qro | Huimilpan |
| **80** | 36 | Qro | Querétaro |
| **79** | 37 | Qroo | Isla Mujeres |
| **212** | 37 | Qroo | Benito Juárez |
| **113** | 40 | Son | Empalme |
| **273** | 40 | Son | Guaymas |
| **125** | 41 | Tab | Nacajuca |
| **73** | 41 | Tab | Centro |
| **148** | 43 | Tamps | Río Bravo |
| **184** | 43 | Tamps | Reynosa |
| **70** | 44 | Tamps | Matamoros |
| **69** | 45 | Tamps | Nuevo Laredo |
| **64** | 56 | Zac | Morelos |
| **53** | 56 | Zac | Guadalupe |
| **33** | 56 | Zac | Zacatecas |

El siguiente mapa muestra los municipios pertenecientes a Zonas Urbanas que cuentan con información completa:

In [52]:

Image('info\_map.png', width=640)

Out[52]:

**Indicadores**

**01 - Disponibilidad y acceso al agua**

**AG01.1 - PROPORCIÓN DE LA POBLACIÓN QUE UTILIZA SERVICIOS DE AGUA POTABLE MANEJADOS DE MANERA SALUDABLE**

Los servicios de agua potable manejados de manera saludable se definen como aquéllas fuentes mejoradas de agua potable que se encuentran dentro de las instalaciones y disponibles cuando son necesarias, libres de contaminación por materia fecal o química. Una fuente mejorada de agua potable se define como aquélla que por la naturaleza de su construcción o a través de intervención activa, está protegida de la contaminación externa. Este indicador está diseñado en base al indicador 6.1.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

**Metodología:**

Como se mencionó anteriormente, no todas las ciudades del SUN cuentan con información completa de indicadores de agua. Si bien para generar un indicador integral de sustentabilidad del agua es necesario que una ciudad cuente con la información completa para todos sus municipios, esto no nos impide analizar de manera individual cada indicador para las ciudades que cuenten con la información. En la base de datos hay 12 columnas relacionadas al acceso a agua potable:

In [328]:

dispyacc = list(); dispyacc.append(data.columns[8])

dispyacc = dispyacc + data.columns[13:24].tolist(); dispyacc

Out[328]:

['total\_disponibilidadYacceso',

'entubada\_total',

'entubada\_dentro\_de\_vivienda',

'entubada\_fuera\_de\_vivienda\_dentro\_de\_terreno',

'acarreo\_total',

'acarreo\_llave\_comunitaria',

'acarreo\_otra\_vivienda',

'acarreo\_pipa',

'acarreo\_pozo',

'acarreo\_rio\_lago\_arroyo',

'acarreo\_lluvia',

'acarreo\_no\_especificado']

El campo "entubada\_total" es el porcentaje de viviendas dentro del municipio que cuentan con agua potable entubada mientras que "entubada\_dentro\_de\_vivienda" y "entubada\_fuera\_de\_vivienda\_dentro\_de\_terreno" muestran la proporción de estas viviendas que cuentan con tubería hasta la vivienda o cuya tubería entra al terreno sin llegar a la vivienda, respectivamente. Para este indicador basta utilizar los datos de entubada\_total. El acarreo de agua potable no se considera una fuente mejorada de agua potable, toda vez que no es trazable la salubridad de la fuente.

In [222]:

print('Los datos disponibles en la base de datos acerca de agua entubada son los siguientes:')

print('**\t**Total de municipios en la base de datos: **{}**'.format(len(data['entubada\_total'])))

print('**\t**Municipios que cuentan con registros de agua entubada: **{}**'.format(len(data['entubada\_total'].dropna())))

*# Dataset de agua entubada*

c\_disponibilidad = vdesc.tolist()

c\_disponibilidad.append('entubada\_total'); c\_disponibilidad.remove('collection')

data\_disponibilidad = data[c\_disponibilidad]

data\_disponibilidad.to\_csv('disponibilidad.csv')

data\_disponibilidad.head()

Los datos disponibles en la base de datos acerca de agua entubada son los siguientes:

Total de municipios en la base de datos: 365

Municipios que cuentan con registros de agua entubada: 294

Out[222]:

|  | **\_id** | **año** | **cve\_ent** | **cve\_mun** | **cve\_sun** | **entidad** | **municipio** | **entubada\_total** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **0** | 30199 | 2015 | 30 | 30199 | 51 | Ver | Zaragoza | NaN |
| **1** | 30087 | 2015 | 30 | 30087 | 48 | Ver | Xalapa | NaN |
| **2** | 30175 | 2015 | 30 | 30175 | 49 | Ver | Tihuatlán | NaN |
| **3** | 30145 | 2015 | 30 | 30145 | 54 | Ver | Soconusco | NaN |
| **4** | 30138 | 2015 | 30 | 30138 | 50 | Ver | Río Blanco | NaN |

Quitando los municipios que no tienen información disponible, las estadísticas básicas de la información disponible son las siguientes:

In [240]:

data\_disponibilidad['entubada\_total'].dropna().describe()

Out[240]:

count 294.000000

mean 823.590951

std 9754.630000

min 60.935721

25% 95.921339

50% 98.181851

75% 99.013600

max 157884.000000

Name: entubada\_total, dtype: float64

Los primeros 3 cuartiles están por debajo del 99%, mientras que es de extrañar que el valor máximo sea 157884. Muy probablemente los valores que superan el 100 están capturados de manera errónea, por lo que serán excluidos del análisis.

In [239]:

*# Casos que serán excluidos del análisis*

data\_disponibilidad[data\_disponibilidad['entubada\_total']>100]

Out[239]:

|  | **\_id** | **año** | **cve\_ent** | **cve\_mun** | **cve\_sun** | **entidad** | **municipio** | **entubada\_total** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **113** | 26025 | 2015 | 26 | 26025 | 40 | Son | Empalme | 56117.0 |
| **273** | 26029 | 2015 | 26 | 26029 | 40 | Son | Guaymas | 157884.0 |

In [277]:

*# Declaracion de variable con datos para el análisis*

analisis\_disponibilidad = data\_disponibilidad[data\_disponibilidad['entubada\_total']<100]

analisis\_disponibilidad = analisis\_disponibilidad.set\_index('entidad')

Out[277]:

|  | **\_id** | **año** | **cve\_ent** | **cve\_mun** | **cve\_sun** | **municipio** | **entubada\_total** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **entidad** |  |  |  |  |  |  |  |
| **Zac** | 32056 | 2015 | 32 | 32056 | 56 | Zacatecas | 97.852582 |
| **Yuc** | 31101 | 2015 | 31 | 31101 | 55 | Umán | 98.317077 |
| **Yuc** | 31100 | 2015 | 31 | 31100 | 55 | Ucú | 96.822379 |
| **Yuc** | 31041 | 2015 | 31 | 31041 | 55 | Kanasín | 97.824891 |
| **Yuc** | 31013 | 2015 | 31 | 31013 | 55 | Conkal | 98.805568 |

Una vez excluidos estos valores, las estadísticas básicas de la información son las siguientes:

In [243]:

analisis\_disponibilidad['entubada\_total'].describe()

Out[243]:

count 292.000000

mean 96.351847

std 4.943159

min 60.935721

25% 95.906243

50% 98.148252

75% 98.992555

max 99.949367

Name: entubada\_total, dtype: float64

In [320]:

analisis\_disponibilidad.boxplot(column = 'entubada\_total', by = 'entidad', figsize = (14, 4))

plt.suptitle('')

plt.title('Acceso al agua potable en ciudades por entidad', fontsize=16)

plt.ylabel('**% d**e acceso al agua')

plt.show()

La informacion de este análisis puede ser exportada en formato CSV para integrarla al sistema de información Geográfica de la Plataforma de Conocimiento sobre Ciudades Sustentables.

In [325]:

analisis\_disponibilidad.to\_csv('disponibilidad.csv')

**AG01.2 - NIVEL DE ESTRÉS DE SUSTRACCIÓN DE AGUA EN PROPORCIÓN A LOS RECURSOS DISPONIBLES DE AGUA POTABLE**

El propósito de este indicador es mostrar el grado en el que los recursos acuíferos están siendo explotados para satisfacer la demanda de agua de las ciudades. Mide la presión de una ciudad sobre sus recursos acuíferos y por lo tanto, el reto de la ciudad en la sustentabilidad de su uso del agua.

Este indicador es el radio entre el total de de agua fresca sustraída por los sectores principales y el total de recursos acuíferos renovables. Los sectores principales incluyen agricultura, forestal, pesca, manufactura, industria electrica y servicios. Este indicador también se conoce como Intensidad de sustracción de agua. Este indicador muestra la extensión en la que son utilizados actualmente los recursos acuíferos y señala la importancia de políticas efectivas de administración del abastecimiento y demanda. Es un indicador de la probabilidad de un incremento en la competición y conflicto entre diferentes usos y usuarios del agua ante una situación de escacez incremental del agua.

El incremento en el estrés acuífero tiene efectos potenciales negativos en la sustentabilidad de los recursos naturales y en el desarrollo económico. Este indicador está diseñado en base al indicador 6.4.2 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

**AG01.3 - PROPORCION DE CUERPOS DE AGUA CON BUENA CALIDAD DEL AGUA EN SU ESTADO NATURAL**

**AG01.4 - CAMBIOS EN LA EFICIENCIA EN LA UTILIZACION DEL AGUA A TRAVÉS DEL TIEMPO**

**AG01.5 - CAMBIO EN LA EXTENSIÓN DE ECOSISTEMAS RELACIONADOS CON EL AGUA A TRAVÉS DEL TIEMPO.**

**Sanitizacion del agua**

**AG02.1 - PROPORCION DE LA POBLACIÓN QUE UTILIZA SERVICIOS DE SANITIZACION MANEJADOS DE MANERA SALUDABLE, INCLUYENDO INSTALACIONES CON JABÓN PARA LAVADO DE MANOS**

Este indicador se mide por la proporción de la población que utiliza instalaciones mejoradas de sanitizacion básica dentro de la vivienda, que no es compartida con otras viviendas y donde el excremento sea desechado de manera saludable en sitio o tratado fuera del sitio. Las 'Instalaciones Mejoradas' se definen como excusados conectados a sistemas de drenaje, tanques sépticos o letrinas y sanitarios de compostaje. Las 'Instalaciones con jabón para lavado de manos' se refieren a dispositivos para contener, transportar o regular el flujo de agua para facilitar su aseo con agua y jabón dentro de la vivienda. Este indicador está diseñado en base al indicador 6.2.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (SDG) de la ONU.

**AG02.2 - PROPORCIÓN DE AGUA DE DESPERDICIO QUE ES TRATADA DE MANERA SEGURA**

Este indicador cubre vivienda y toda la actividad económica, y se construye sobre el marco de monitoreo del JMP (Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation), el Cuestionario de Agua para Países que no pertenecen a OECD/EUROSTAT, AQUASTAT, IBNET. Los métodos estadísticos para la medición del tratamiento de agua de desecho están alineados con el Standard Estadístico SEEA21 y las definiciones asociadas, las clasificaciones y categorías de tratamiento abarcan toda el agua de desaecho generada y tratada por la economía. Las categorías de tratamiento serán consistentes, lo más que sea posible, dentro de su contexto para propósitos de monitoreo, con aquéllas definidas en el SEEA (System for Environmental-Economic Accounts, Sistema de Cuentas Ambientales-Económicas de la Comisión de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas)

Este indicador debe de tomar en cuenta el agua de desperdicio que es generada por la actividad industrial y comercial, diferenciando las industrias peligrosas del resto. La USEPA (United States Environmental Protection Agency, Agencia Estadounidense de Protección al Medio Ambiente) ha harmonizado la clasificación de residuos peligrosos con las regulaciones de la Unión Europea complementando los códigos ISIC (International Standard Industrial Classification of All Economic Activities, Estándar Internacional de clasificación industrial para todas las actividades económicas) para todas las clases de desperdicio (www.epa.ie/pubs/reports/waste/stats/wasteclassification/EPA\_Waste\_Classification\_2015\_Web.pdf). La porción de agua de desperdicio de viviendas es la misma que el indicador 6.2.1 de los SDG, y su monitoreo será desde ese indicador.

Este indicador toma como base el indicador 6.3.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (SDG) de la ONU.

**Administración del agua**

**AG03.1 - GRADO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS ACUÍFEROS (0-100).**

Este indicador mide, a manera de porcentaje, las diferentes etapas de desarrollo e implementación de la Administración Integral de los Recursos Acuíferos (Integrated Water Resorce Management, IWRM), en donde 0% indica que la implementación no se ha iniciado y 100% indica una implementación completa.

La definición de IWRM fue realizada en base a un acuerdo internacional y es aplicable universalmente. Fue establecida en 1992 y se define como un "Proceso que promueve el desarrollo cordonado y administración de los recursos relacionados con el agua y la tierra, con el objetivo de maximizar el bienestar social y económico de una manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de ecosistemas vitales"

Los resultados del indicador pueden ser categorizados de una manera similar a los resultados de una encuesta:

| **Grado de implementación** | **Calificación** |
| --- | --- |
| Irrelevante | Muy bajo (0-9.9) |
| En desarrollo | Bajo (10-29.9) |
| Desarrollado, sin implementar | Medio-bajo (30-49.9) |
| Implementación comenzada | Medio-Alto (50-69.9) |
| Implementación avanzada | Alto (70-89.9) |
| Implementación completa | Muy Alto (90-100) |

Este indicador está diseñado en base al indicador 6.5.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

**AG03.2 - PROPORCIÓN DE CUENCAS TRANSFRONTERIZAS CON UN ARREGLO OPERACIONAL PARA COOPERACIÓN**

La mayoría de las cuencas acuíferas son compartidas. El desarrollo de recursos acuíferos tiene impactos sobre las cuencas transfronterizas, y el uso de agua superficial o subterranea pueden afectarse mutuamente, pues por lo general se encuentran interrelacionados. El uso intensivo del agua, regulación del flujo o polución genera amenazas que ponen en riesgo temas tan delicados como las aspiraciones de desarrollo de las ciudades que comparten una cuenca. Este indicador se define como la proporción de cuencas transfronterizas con un acuerdo operacional para cooperación en el tema de agua. Se deriva sumando la superficie de una ciudad cuyas cuencas transfronterizas están cubiertas por un arreglo operacional y dividiendo el área obtenida entre el área total de cuencas transfronterizas. El resultado se multiplica por 100 para obtener un porcentaje de participación.

**AG03.3 - CANTIDAD ASISTENCIA OFICIAL AL DESARROLLO ACUÍFERO Y DE SANITIZACIÓN QUE FORMA PARTE DE UN PLAN DE GASTOS COORDINADO POR EL GOBIERNO.**

Este indicador se refiere a la cantidad de desembolsos que están incluidos en el presupuesto gubernamental para el desarrollo acuífero y de sanitización. Es indispensable evaluar la proporcion de que tanto está incluido en el presupuesto gubernamental para tener un mejor entendimiento de la inversión que se realiza en este rubro en relación a las necesidades de la ciudad a través del tiempo, para identificar y evaluar las necesidades y oportunidades de apoyo nacional y/o internacional que tiene cada ciudad. Este indicador está diseñado en base al indicador 6.a.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

**AG03.4 - PROPORCIÓN DE UNIDADES ADMINISTRATIVAS LOCALES CON POLÍTICAS Y PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS Y OPERACIONEALES PARA LA PARTICIPACIÓN DE COMUNIDADES LOCALES EN LA ADMINISTRACIÓN Y SANEAMIENTO DEL AGUA.**

La definición de procedimientos en las políticas o leyes para la participación de las comunidades locales es vital para asegurar que las necesidades de toda la comunidad sean satisfechas, incluyendo a los mas vulnerables. También fomenta esquemas de apropiación y empoderamiento que a su vez contribuye a la sustentabilidad. Este indicador se mide como la presencia o ausencia dede procedimientos claros en la ley o en las políticas para la participación por los usuarios de servicios/comunidades en la planificación de programas de administración de agua, sanitización e higiene. Este indicador está diseñado en base al indicador 6.b.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.