# Seminario 2.3: Anypoint Studio: The Internet of Things (IoT)

## Sistemas Distribuidos

Pablo García Sánchez
Apuntes creados por Juan Boubeta Puig y
Antonio Balderas Alberico

Grupo UCASE de Ingeniería del Software
Departamento de Ingeniería Informática

Marzo de 2017


# Índice

# Índice

# The Internet of Things (IoT)

Vídeo presentación del Internet of Things World Forum Barcelona 2013
`https://www.youtube.com/watch?v=yeof1xlH704`

# The Internet of Things (IoT)

## Internet de las cosas o *Internet of Things* (IoT)

- Paradigma emergente que propone el uso de una red de **cosas** u objetos, como sensores y actuadores, interconectados a nivel mundial e identificados unívocamente a través de un esquema de direcciones.
- Cada objeto puede interactuar y cooperar con los demás para alcanzar un objetivo común [Atzori *et al.*].

## Procesamiento de eventos complejos o *Complex Event Processing* (CEP)

- Tecnología emergente que permite procesar, analizar y correlacionar grandes cantidades de eventos [Luckham].
- Para detectar y responder en *tiempo real* y de forma automática a las situaciones que son críticas o relevantes para los procesos de negocio.
- Se utilizan unos **patrones de eventos** que inferirán nuevos eventos más complejos y con un mayor significado semántico.

# Índice

# Caso de estudio

## Enunciado

- En este ejemplo nuestro ESB tomará los datos recogidos por el sensor de un hogar y nos enviará un correo electrónico con la información

## Requisitos

- Tener cuenta de correo electrónico y conocer sus parámetros para la configuración vía SMTP (aquí usaremos el de la UCA).

# Fuente de mensajes (I)

## Flujos de Xively sobre domótica utilizados en este caso de estudio

| Nº | Nombre del flujo | País | URL | Actualiz. |
|---|---|---|---|---|
| F1 | *My house* | EEUU | `https://thingspeak.com/channels/9` | 1 min |

# Fuente de mensajes (II)

## Formato de los datos de flujos normalizados

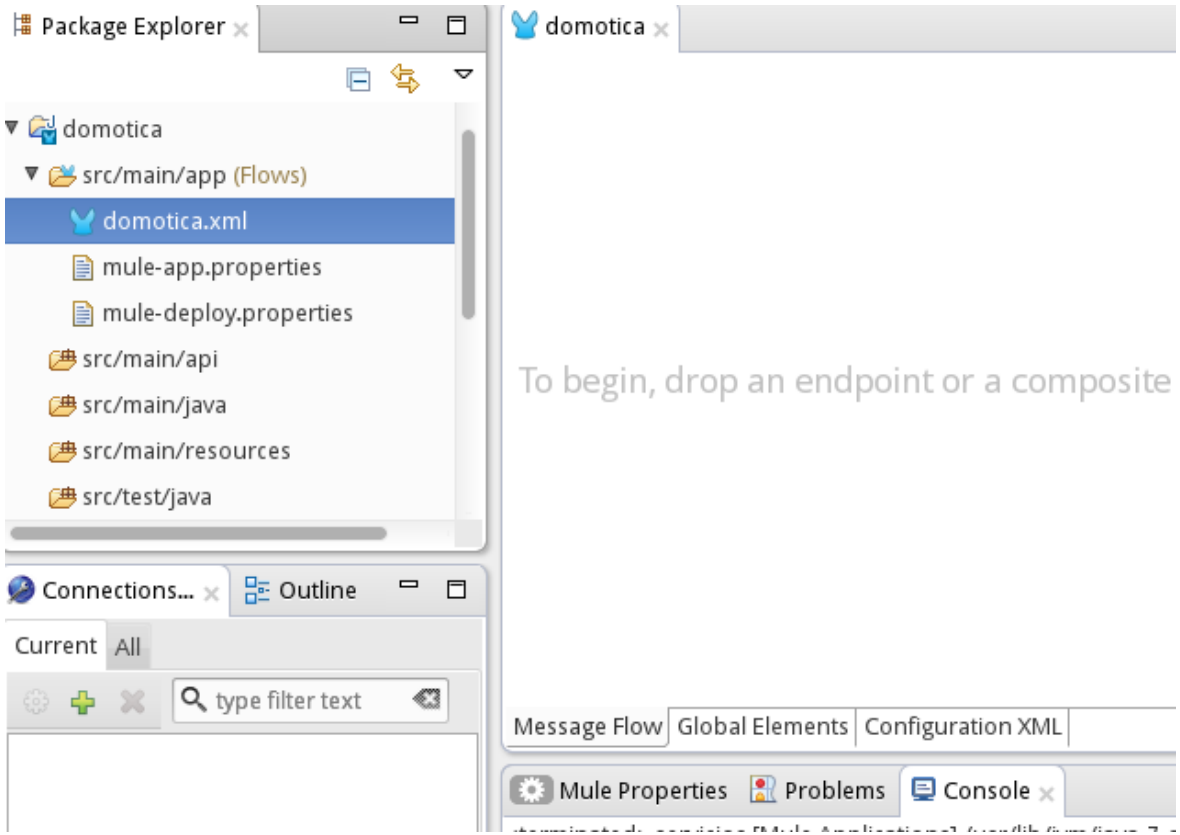
api.thingspeak.com/channels/9/feed.json


```
{
  - channel: {
        id: 9,
        name: "my_house",
        description: "Netduino Plus connected to sensors around the house",
        latitude: "40.44",
        longitude: "-79.9965",
        field1: "Light",
        field2: "Outside Temperature",
        created_at: "2010-12-14T01:20:06Z",
        updated_at: "2016-04-11T09:59:44Z",
        last_entry_id: 9952130
    },
  - feeds: [
      - {
            created_at: "2016-04-11T09:32:44Z",
            entry_id: 9952031,
            field1: "314",
            field2: "48.322717622080681"
        },
      - {
            created_at: "2016-04-11T09:32:59Z",
            entry_id: 9952032,
            field1: "315",
            field2: "45.774946921443735"
```

# Crear un proyecto Mule

## Creamos un nuevo proyecto de tipo Mule

- En el ejemplo el nombre del proyecto es domotica



# Temporizador para captura de datos

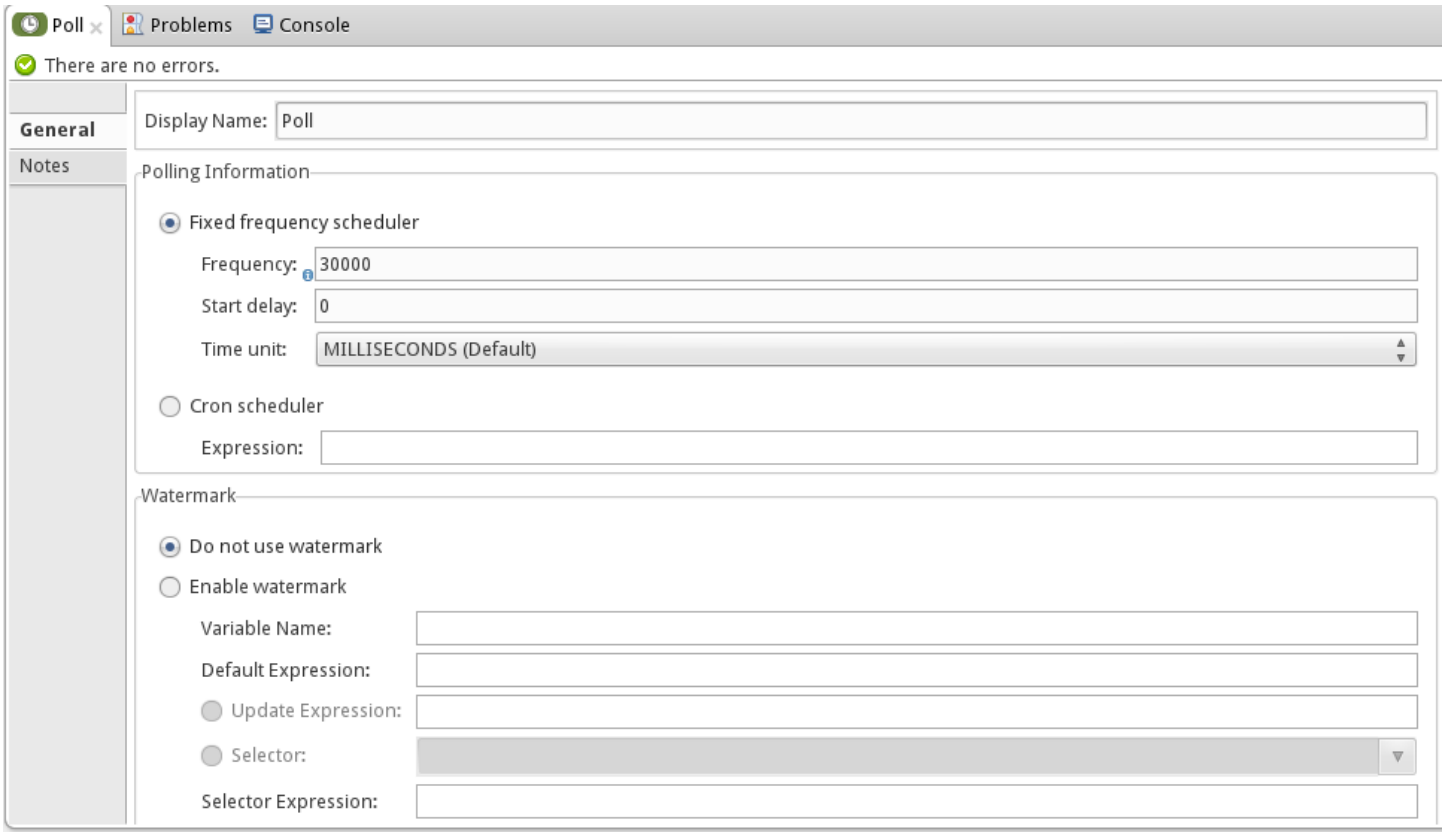
## Creamos temporizador para consultar fuente periódicamente

- Arrastre al panel un elemento de tipo Poll
- Información de este componente en `http://www.mulesoft.org/documentation/display/current/Poll+Reference`

# Temporizador para captura de datos

## Ajustamos temporizador a 30 segundos

- Configuración del componente Poll



# Conector HTTP

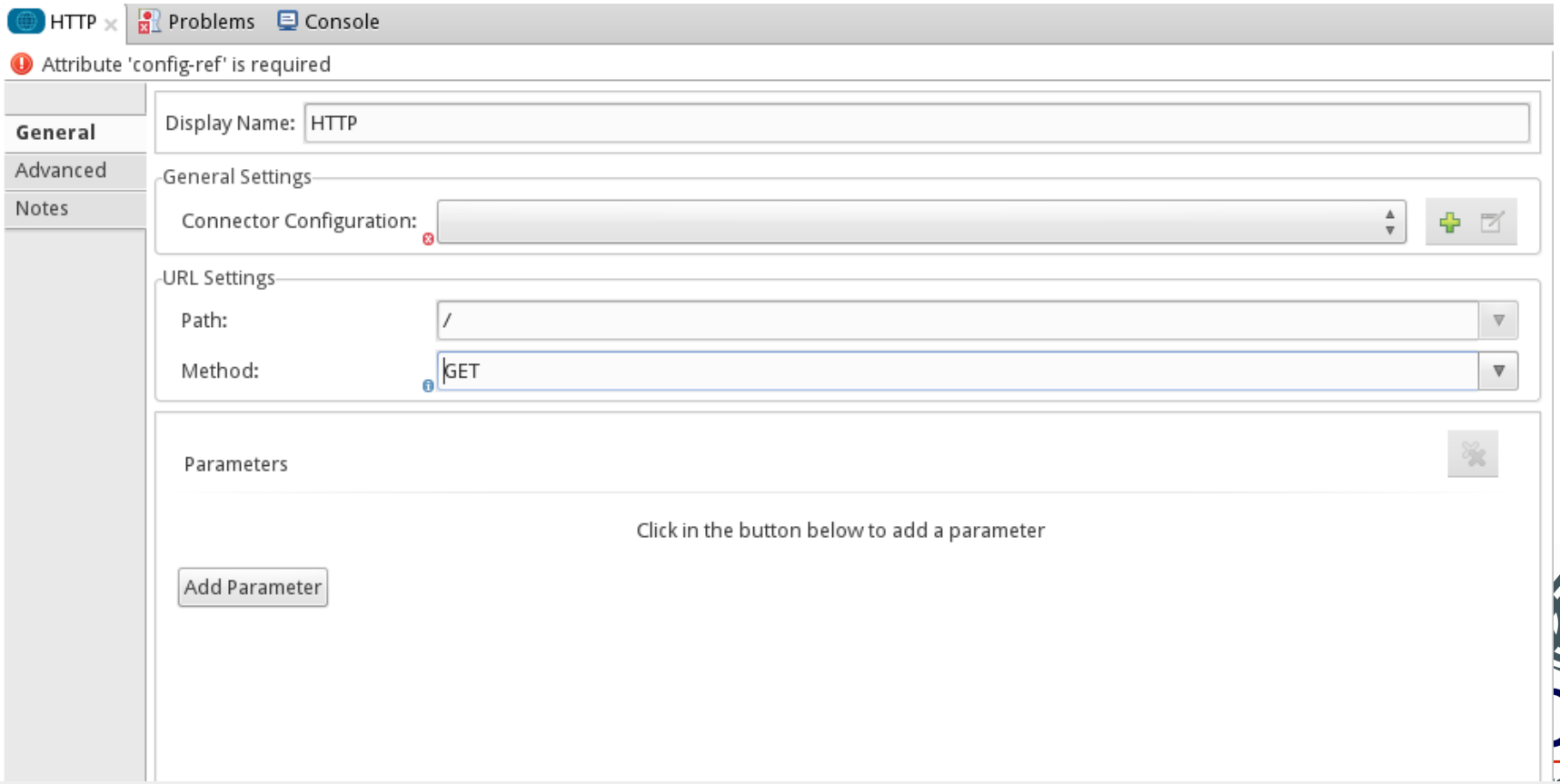
## Añadimos conector HTTP para consultar fuente de datos

- Arrastre conector HTTP al interior del componente Poll
- Información de este componente en `http://www.mulesoft.org/documentation/display/current/HTTP+Connector`

# Conector HTTP

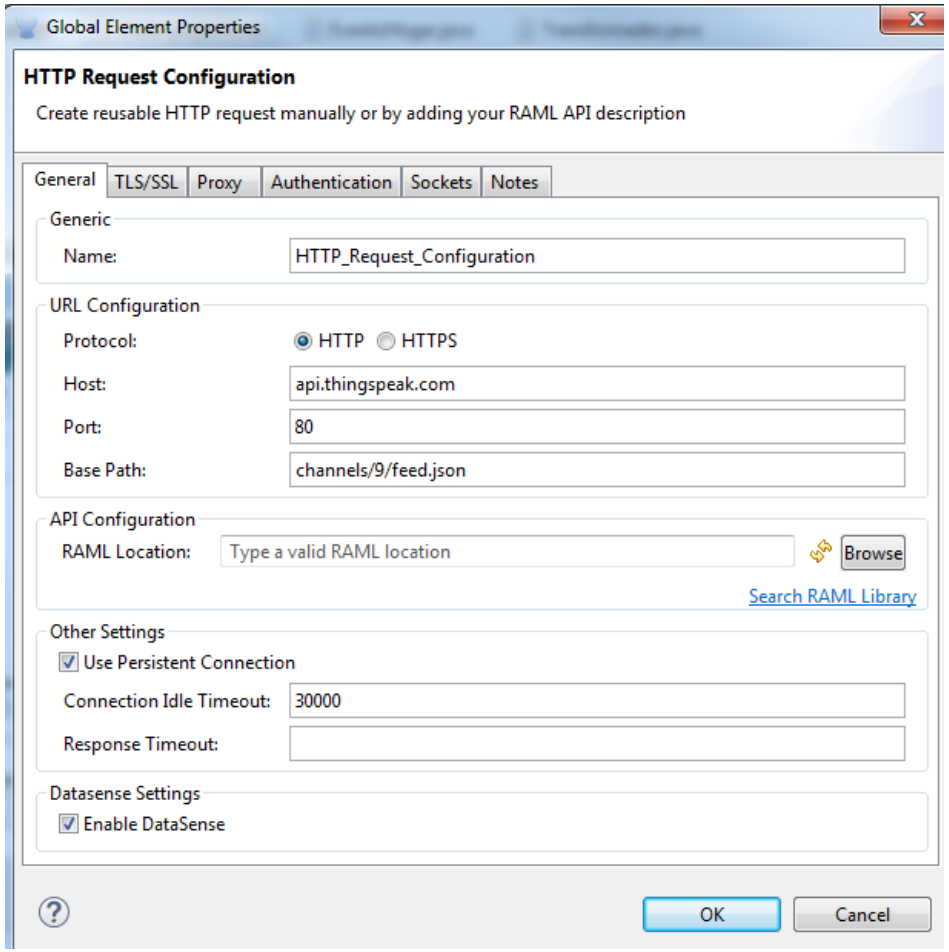
## Configuración del conector HTTP

- Configuramos el Path y el Method como en la figura.
- Después pinchamos en el + del Connector configuration



# Conector HTTP

En la pestaña General definimos el Host, el Port y el BasePath (Éste depende de la fuente thingspeak utilizada `( https://thingspeak.com/feeds/9/)`



# Transformer ByteArray to String

## Añada un transformador de tipo ByteArray to String a continuación del conector HTTP

- Información de este componente en `http://www.mulesoft.org/documentation/display/current/Transformers`

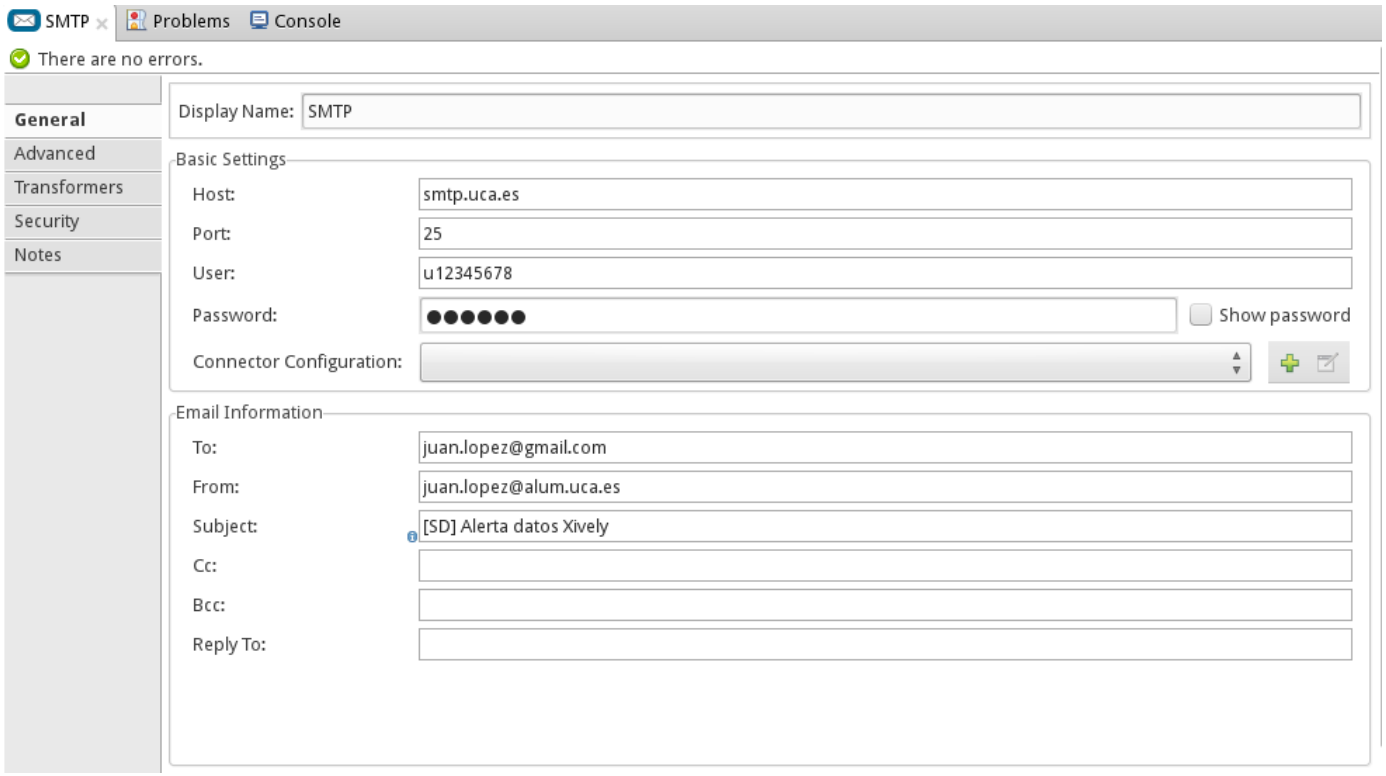
# Conector SMTP

## Añada un conector SMTP a continuación del conector HTTP

- Información de este componente en
  `http://www.mulesoft.org/documentation/display/current/SMTP+Transport+Reference`

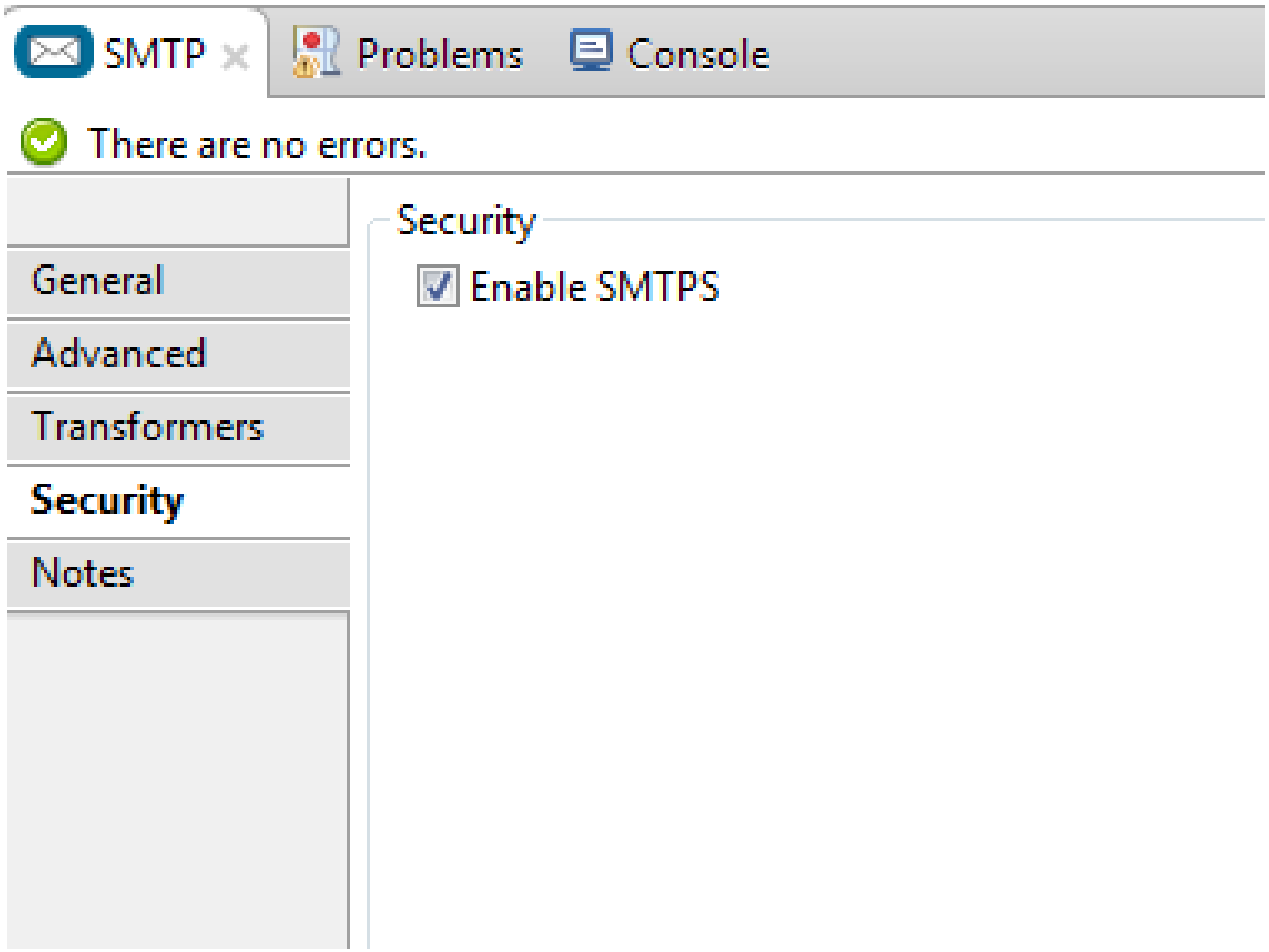
# Conector SMTP

Configuramos el componente SMTP con los datos de nuestro correo electronico de la UCA (u otro que queramos siempre que conozcamos los datos para hacerlo).
Configuración UCA: `https://webmerlin.uca.es/webmerlin/ayuda.do`



# Conector SMTP

Para usar el correo de la UCA con SSL acceder a la pestaña "Security" activar la opción SMTPS.



# Ejecución

## Consola

- Observamos el flujo, una vez aparecen las últimas líneas deberá llegarle un correo electrónico

SMTP Problems Console

<terminated> domotica [Mule Applications] /usr/lib/jvm/java-7-openjdk-i386/bin/java (Mar 23, 2015, 6:32:18 PM)

```
*   Clustering Agent                                                *
*   JMX Agent                                                       *
********************************************************************
INFO  2015-03-23 18:32:41,067 [main] org.mule.module.launcher.MuleDeploymentService:
++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
+ Started app 'domotica'                                           +
++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
INFO  2015-03-23 18:32:41,131 [main] org.mule.module.launcher.DeploymentDirectoryWatcher:
++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
+ Mule is up and kicking (every 5000ms)                             +
++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
INFO  2015-03-23 18:32:41,371 [main] org.mule.module.launcher.StartupSummaryDeploymentListener:
**********************************************************************
*              - - + DOMAIN + - -               * - - + STATUS + - - *
**********************************************************************
* default                                       * DEPLOYED           *
**********************************************************************

************************************************************************************************************
*            - - + APPLICATION + - -            *       - - + DOMAIN + - -       * - - + STATUS + - - *
************************************************************************************************************
* domotica                                      * default                        * DEPLOYED           *
************************************************************************************************************

INFO  2015-03-23 18:32:58,719 [[domotica].connector.smtp.mule.default.dispatcher.01] org.mule.transport.service.DefaultTransportServiceDescriptor: Loading de
INFO  2015-03-23 18:32:58,822 [[domotica].connector.smtp.mule.default.dispatcher.01] org.mule.lifecycle.AbstractLifecycleManager: Initialising: 'connector.sm
INFO  2015-03-23 18:33:09,595 [[domotica].connector.smtp.mule.default.dispatcher.01] org.mule.lifecycle.AbstractLifecycleManager: Starting: 'connector.smtp.mu
```

# Ejecución

## Correo electrónico

- Cómo ve, nos ha llegado la información del flujo al correo (aunque sin procesar)

[SD] Alerta datos Xively  Recibidos x

**antonio.balderas@uca.es** 19:33 (hace 2 minutos)

para mí

{"id":62988,"title":"Residential information","private":"false","tags":["energy","PV","RPi","smart meter"],"description":"Testing Raspberry Pi connected with my smartmeters (E+G+PV environmental measurements","feed":"https://api.xively.com/v2/feeds/62988.json","status":"live","updated":"2015-03-23T18:33:07.516392Z","created":"2012-06-09T14:53:38.555781Z :"https://xively.com/users/eefbakker","version":"1.0.0","datastreams":[{"id":"2","current_value":"17.9","at":"2015-03-23T18:32:36.862854Z","max_value":"85.0","min_value":"-999.99", ["Attick temperature"],"unit":{"symbol":"°C","label":"°C"}},{"id":"3","current_value":"0","at":"2015-03-23T18:32:59.828939Z","max_value":"1220.0","min_value":"0.0","tags":["PV curre {"symbol":"W","label":"W"}},{"id":"4","current_value":"4456.213","at":"2015-03-23T18:32:59.828939Z","max_value":"4456.213","min_value":"1742.879","tags":["PV total"],"unit":{"sym ,"label":"kWh"}},{"id":"5","current_value":"340.0","at":"2015-03-23T18:33:06.662072Z","max_value":"5580.0","min_value":"-1140.0","tags":["Smartmeter Q"],"unit":{"symbol":"W","lab {"id":"6","current_value":"3832.0","at":"2015-03-23T18:33:06.662072Z","max_value":"3832.0","min_value":"2145.0","tags":["Smartmeter +T1"],"unit":{"symbol":"kWh","label":"kWh"}} current_value":"3677.0","at":"2015-03-23T18:33:06.662072Z","max_value":"3677.0","min_value":"0.2","tags":["Smartmeter +T2"],"unit":{"symbol":"kWh","label":"kWh"}},{"id":"8"," current_value":"753.0","at":"2015-03-23T18:33:06.662072Z","max_value":"753.0","min_value":"315.0","tags":["Smartmeter -T1"],"unit":{"symbol":"kWh","label":"kWh"}},{"id":"9"," current_value":"1949.0","at":"2015-03-23T18:33:06.662072Z","max_value":"1949.0","min_value":"746.0","tags":["Smartmeter -T2"],"unit":{"symbol":"kWh","label":"kWh"}},{"id":"10"," current_value":"5341.159","at":"2015-03-23T18:33:06.662072Z","max_value":"5341.159","min_value":"3295.16","tags":["Gas usage"],"unit":{"symbol":"m3","label":"m3"}},{"id":"11"," current_value":"4.518","at":"2015-03-23T18:32:59.828939Z","max_value":"9.936","min_value":"0.0","tags":["PV daily total"],"unit":{"symbol":"kWh","label":"kWh"}},{"id":"12"," current_value":"1011.0","at":"2015-03-23T18:32:36.862854Z","max_value":"1133.0","min_value":"568.0","tags":["Pressure"],"unit":{"symbol":"mBar","label":"mBar"}},{"id":" 13","current_value":"36","at":"2015-03-23T18:32:36.862854Z","max_value":"62.0","min_value":"26.0","tags":["rel Humidity"],"unit":{"symbol":"%rH","label":"%rH"}},{"id":"14" ,"current_value":"40.1","at":"2015-03-23T18:32:36.862854Z","max_value":"54.6","min_value":"27.7","tags":["RPi CPU temp"],"unit":{"symbol":"°C","label":"°C"}},{"id":"15"," current_value":"0","at":"2015-03-23T18:32:36.862854Z","max_value":"94.0","min_value":"0.0","tags":["Attick light intensity"],"unit":{"symbol":"%","label":"%"}},{"id":"16"," current_value":"5.7","at":"2015-03-23T18:32:36.862854Z","max_value":"127.7","min_value":"-999.99","tags":["T1 temp"],"unit":{"symbol":"°C","label":"°C"}},{"id":"17","current_value" 2015-03-23T18:32:36.862854Z","max_value":"100.0","min_value":"0.0","tags":["RPi CPU load"],"unit":{"label":"%"}},{"id":"Waterverbruik_dag","current_value":"155","at":"2015-03- 23T18:32:25.515717Z","max_value":"2115.0","min_value":"0.0","unit":{"symbol":"L","label":"L"}},{"id":"Waterverbruik_momentaan","current_value":"0","at":"2015-03- 23T18:32:25.515717Z","max_value":"271368.0","min_value":"0.0","unit":{"symbol":"L/min","label":"L/min"}},{"id":"Waterverbruik_totaal","current_value":"750.448","at":"2015-03- 23T18:32:25.515717Z","max_value":"751.323","min_value":"0.0","unit":{"symbol":"m3","label":"m3"}}],"location":{"disposition":"fixed","name":"Groningen","exposure":"indoor","doma physical","ele":"5","lat":53.2304264353476,"lon":6.59379512071609}}

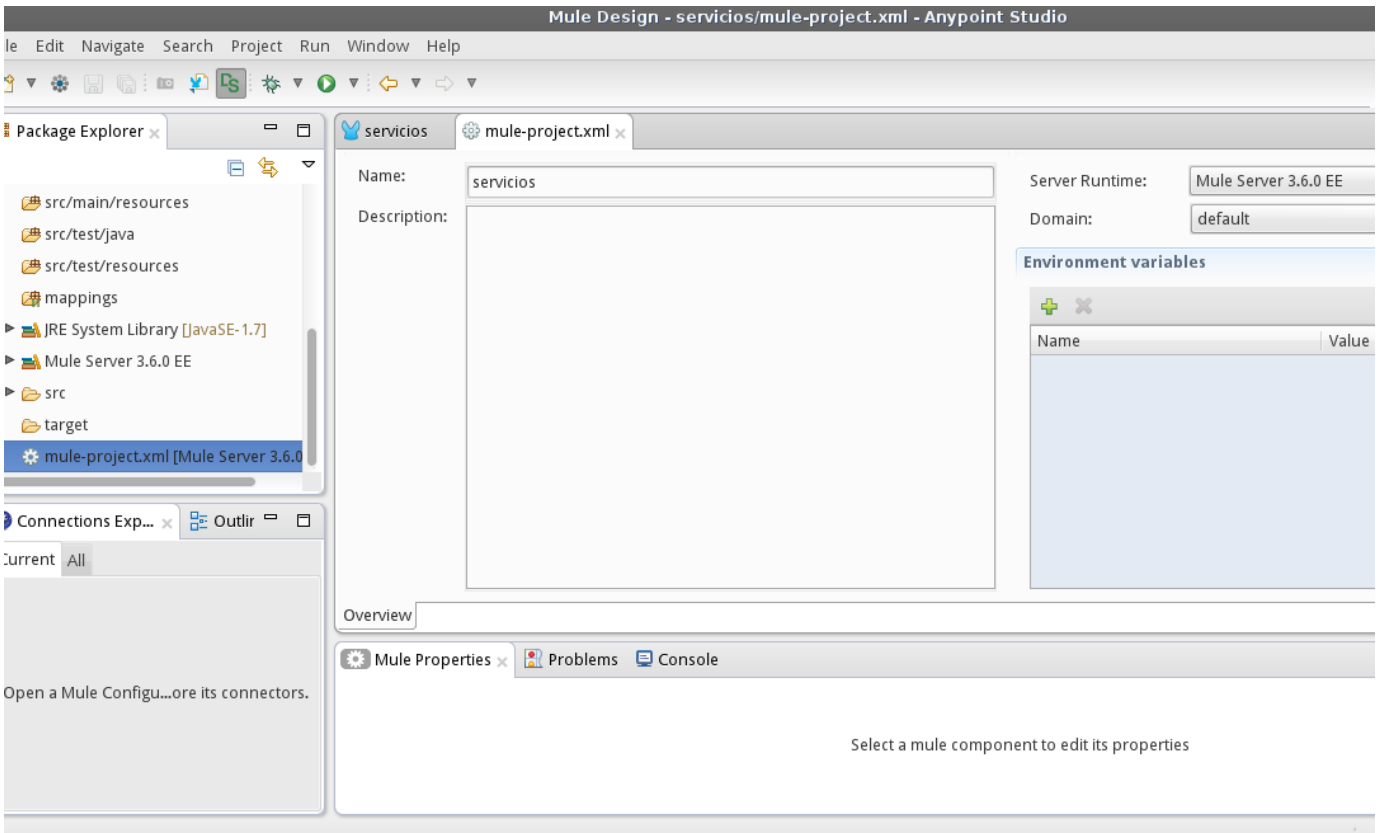
# Definición de parámetros

## Si accede a la vista XML de su flujo

- Verá que todas las claves están a la vista
- Esto es un problema porque al exportar el proyecto exportarás todos tus datos
- Vamos a definir las variables de entorno con nuestro valores

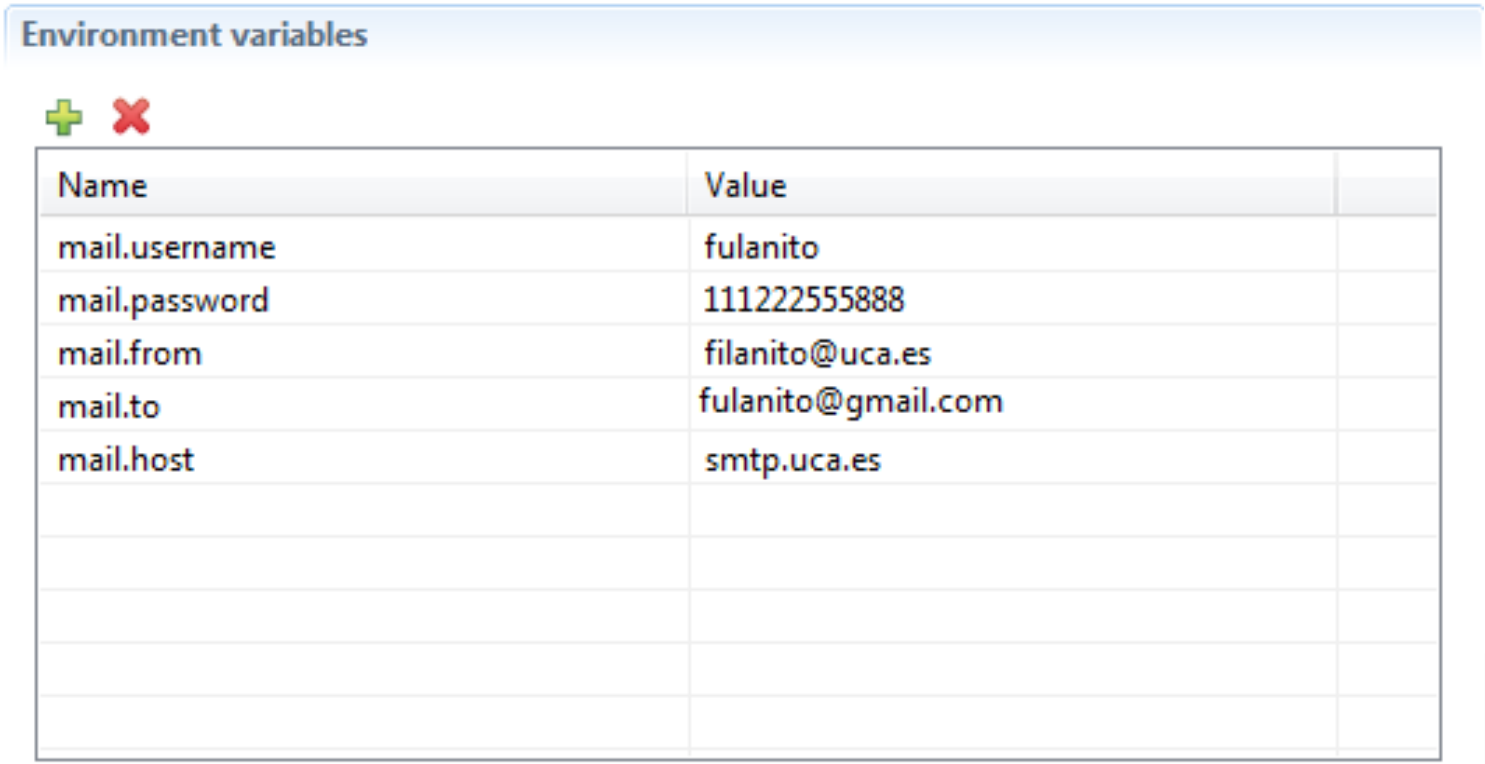
# Definimos parámetros

Vamos a definir todas nuestras variables de entorno en el fichero mule-project.xml



# Definimos parámetros

Añadimos una variable para cada parámetro utilizado en el ESB



# ESB

## Ejecutamos de nuevo el proyecto

- Volvemos a la composición y vamos a la pestaña Configuration xml
- Ponemos las variables donde antes estaban los valores

```
        <fixed-frequency-scheduler frequency="30" timeUnit="SECONDS"/>
        <http:request config-ref="HTTP_Request_Configuration" path="/" method="GET" doc:name="HTTP"/>
    </poll>
     <byte-array-to-string-transformer doc:name="Byte Array to String"/>
    <json:json-to-object-transformer doc:name="JSON to Object"/>
    <auto-transformer returnClass="eventos.EventoHogar" name="JsonDataToEventoHogar"></auto-transformer>
    <echo-component doc:name="Echo"/>
    <smtps:outbound-endpoint host="${mail.host}" user="${mail.username}" password="${mail.password}" to="${mail.to}" from="${mail.from}"
</flow>
</mule>
```

# Ejecución

## Ejecutamos de nuevo el proyecto

- Deberá funcionar igual que antes y podrá exportar su proyecto Mule sin revelar sus credenciales. IMPORTANTE: también se pueden añadir al fichero mule-app.properties.

# Enunciado

## Caso de estudio

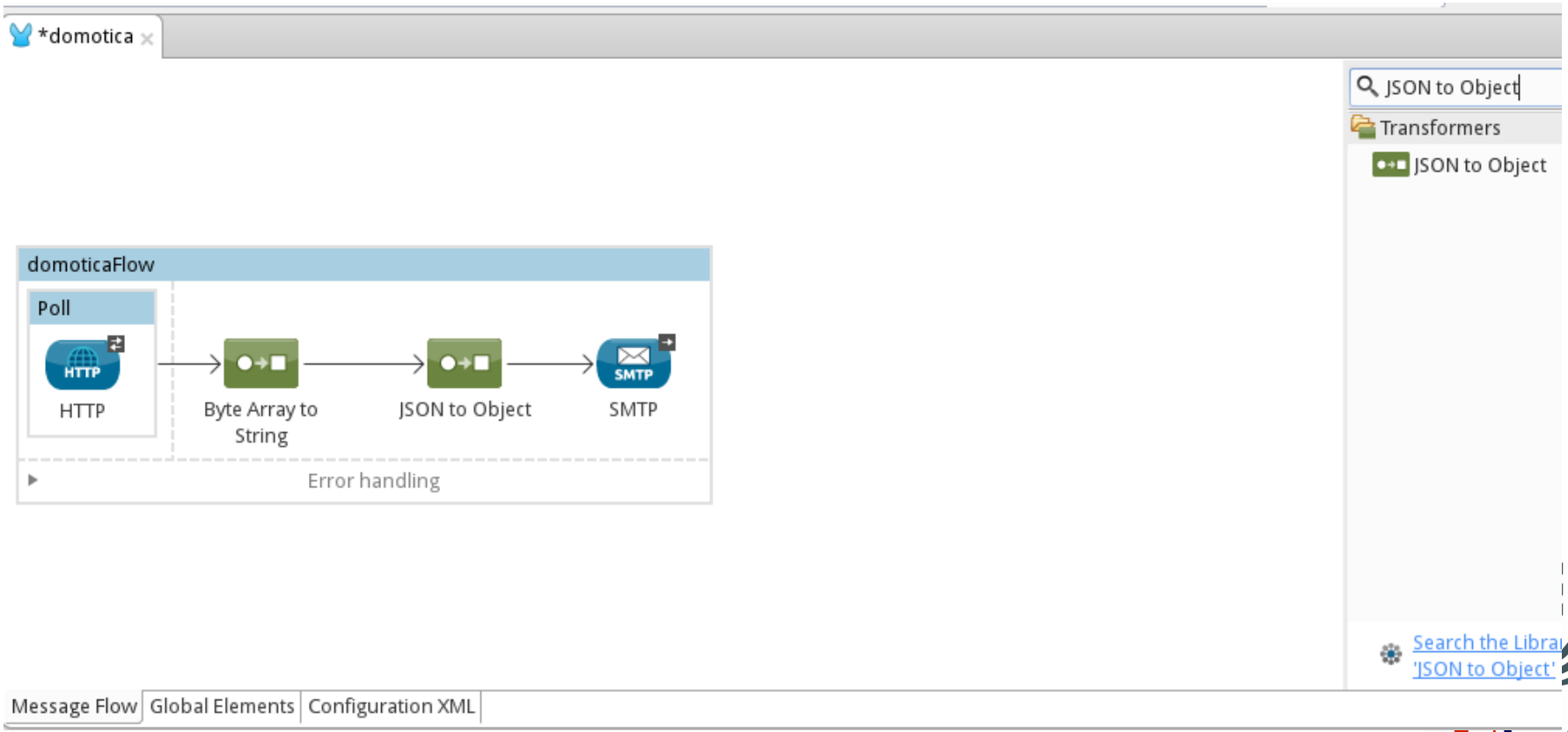
- Habrá comprobado que los emails que recibe no están bien formateados
- Vamos a crear un transformador para estos datos
- La información viene definida en un JSON, por lo que el objetivo será transformar este JSON a una clase de un objeto Java que definiremos nosotros

## Clases Java

- Accedemos al campus virtual y descargamos las clases Java que necesitamos
- EventoHogar.java: Clase que estancia un elemento que refleja el estado del hogar en un momento dado
- Transformador.java: Clase para transformar información en JSON a EventoHogar

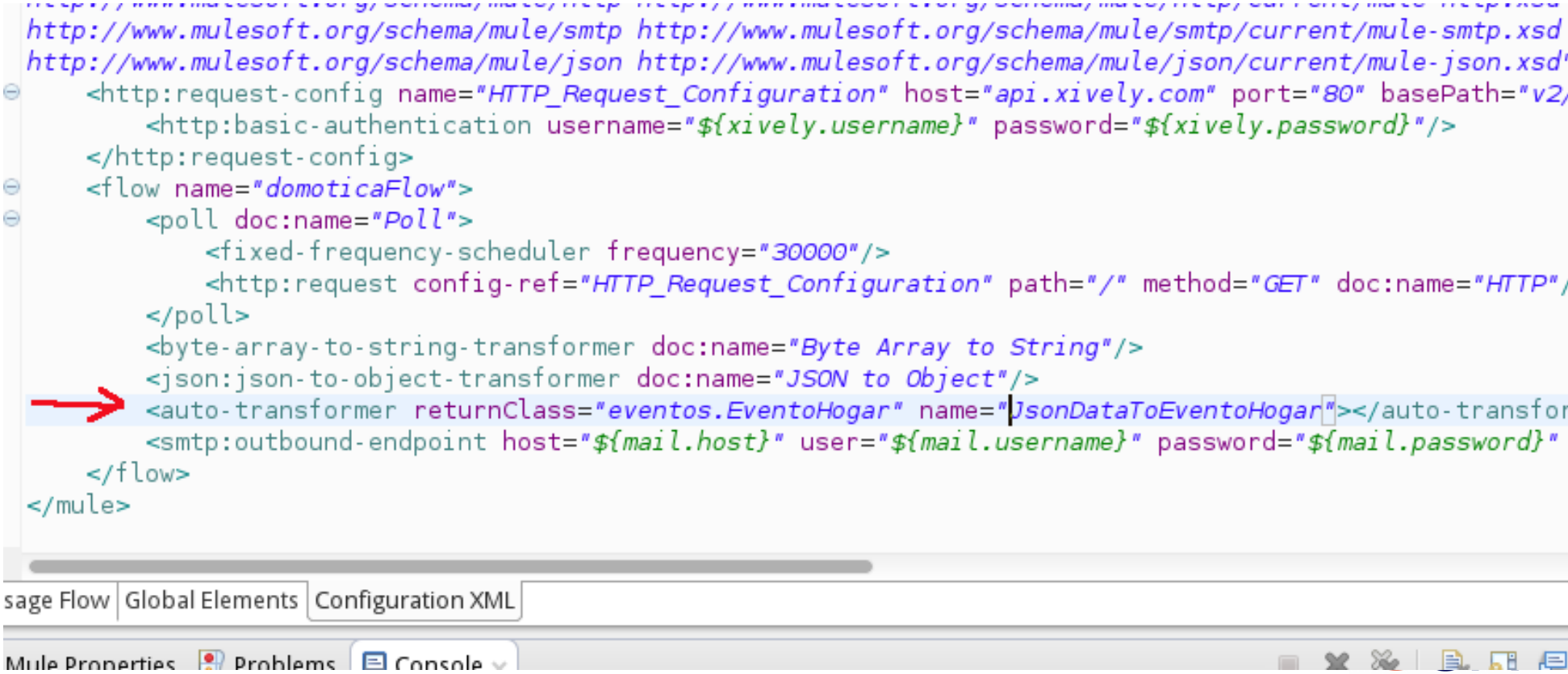
# JSON to Object

Arrastramos al panel un elemento JSON to Object y lo colocamos justo antes del componente SMTP



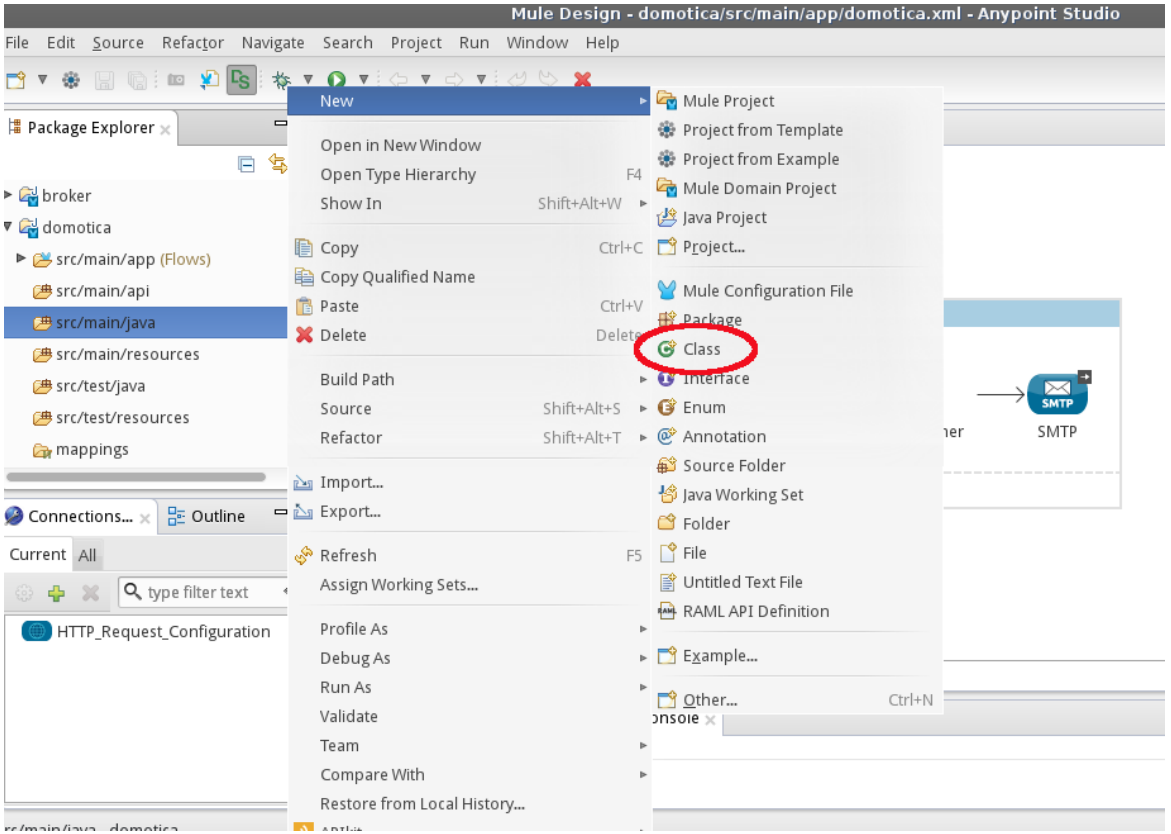
# Transformador Java

Entramos en la pestaña Configuration XML y definimos el transformador cómo y dónde señala la flecha



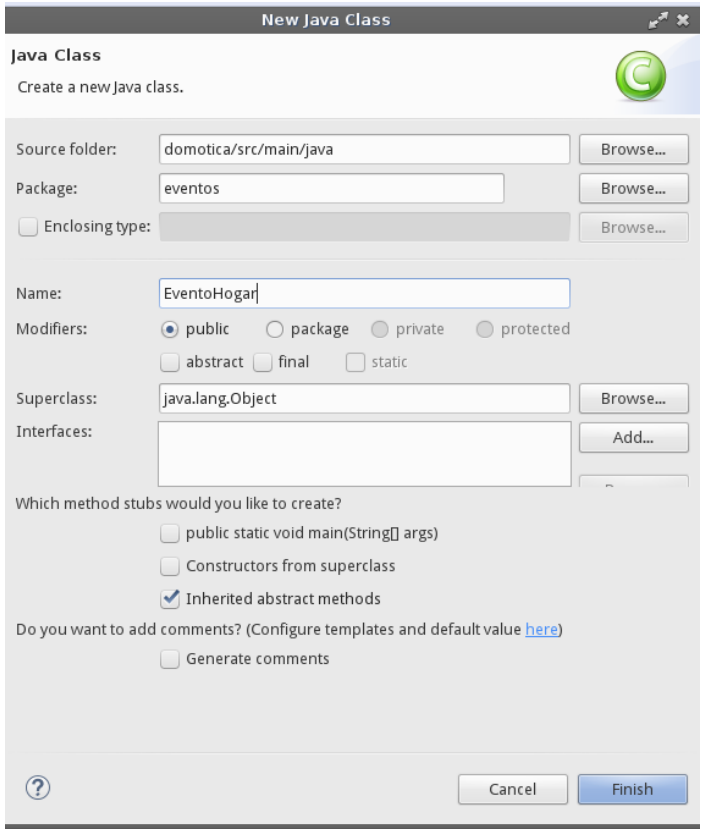
# Transformador Java

Creamos una clase Java en la carpeta src/main/java del explorador lateral



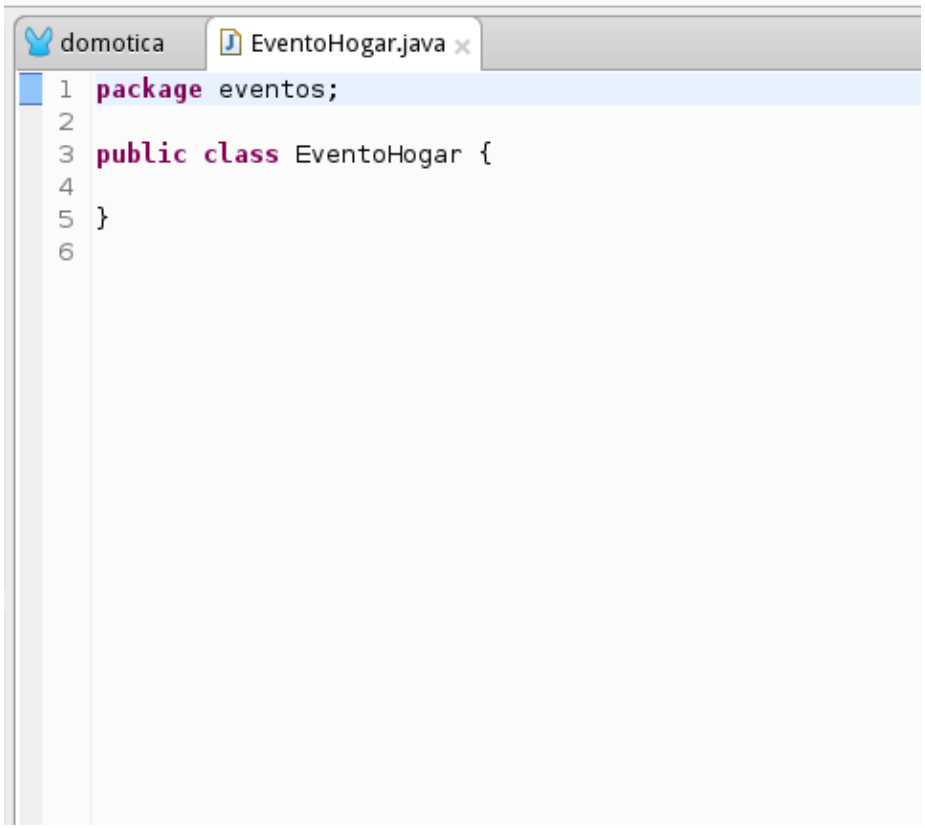
# Transformador Java

Definimos su package y su name tal como aparece en la imagen



# Transformador Java

Así aparece una vez creado



# Transformador Java

Ponemos el cuerpo de la clase descargada del campus virtual

domotica | EventoHogar.java

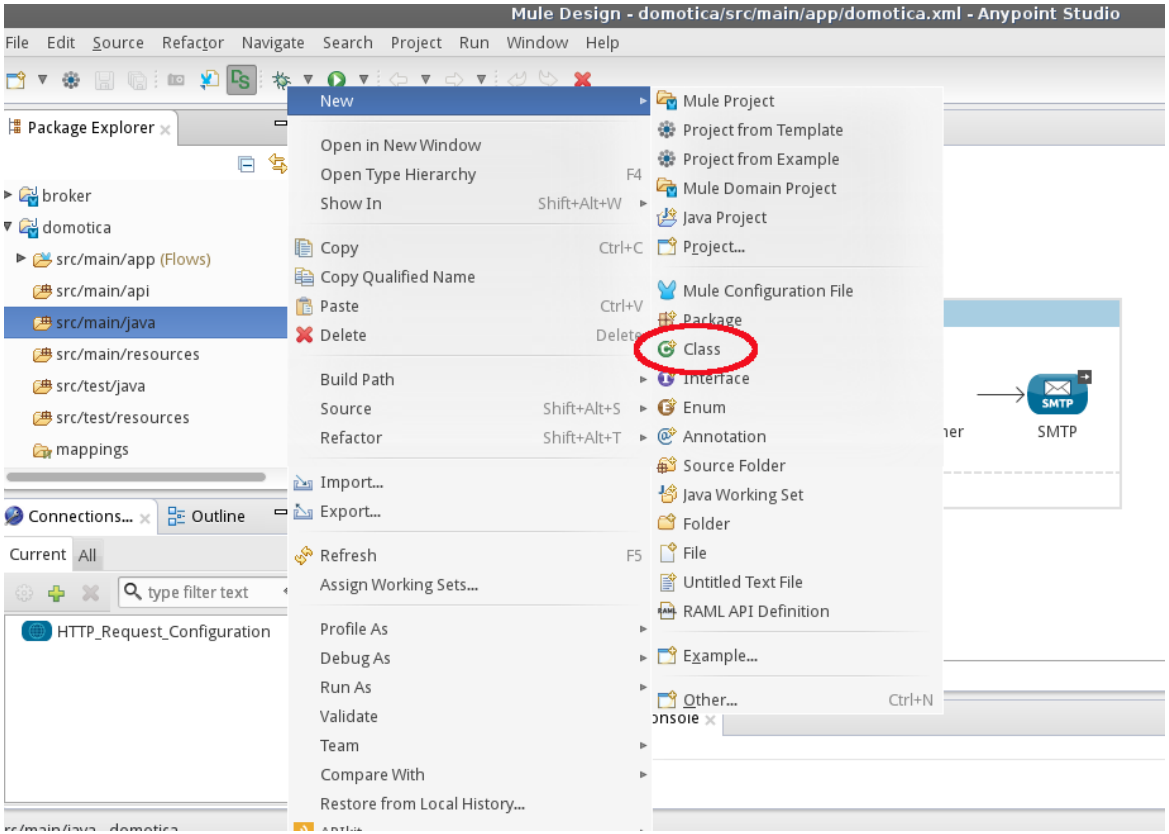
```
1  package eventos;
2
3  public class EventoHogar {
4
5      private String hogar;
6      private String sensor;
7      private String localizacion;
8      private float latitud;
9      private float longitud;
10     private String tiempoRegistro;
11     private float consumoEnergetico;
12     private float temperaturaInt; // temperatura interior
13     private float temperaturaExt; // temperatura exterior
14
15     public EventoHogar(String ho, String s, String l, float la, float lo, String t,
16             float e, float ti, float te) {
17         hogar = ho;
18         sensor = s;
19         localizacion = l;
20         latitud = la;
21         longitud = lo;
22         tiempoRegistro = t;
23         consumoEnergetico = e;
24         temperaturaInt = ti;
```

Mule Properties | Problems | Console

No consoles to display at this time.

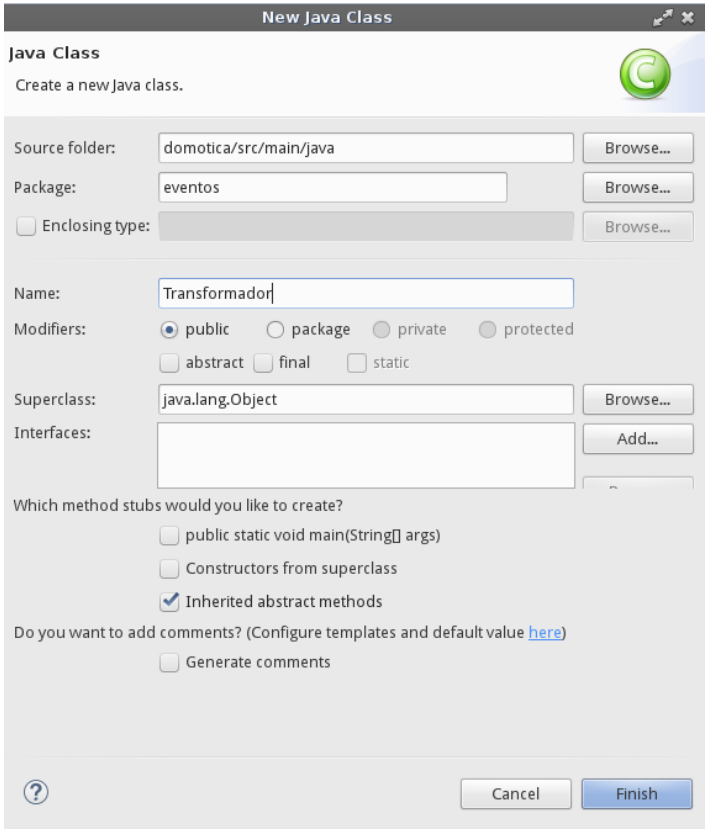
# Transformador Java

Creamos una nueva clase Java en la carpeta src/main/java del explorador lateral



# Transformador Java

Definimos su package y su name tal como aparece en la imagen



# Transformador Java

Así aparece una vez creado

domotica | EventoHogar.java | Transformador.java

```
1  package eventos;
2
3  public class Transformador {
4
5  }
6
```

# Transformador Java

Ponemos el cuerpo de la clase descargada del campus virtual

domotica | EventoHogar.java | Transformador.java

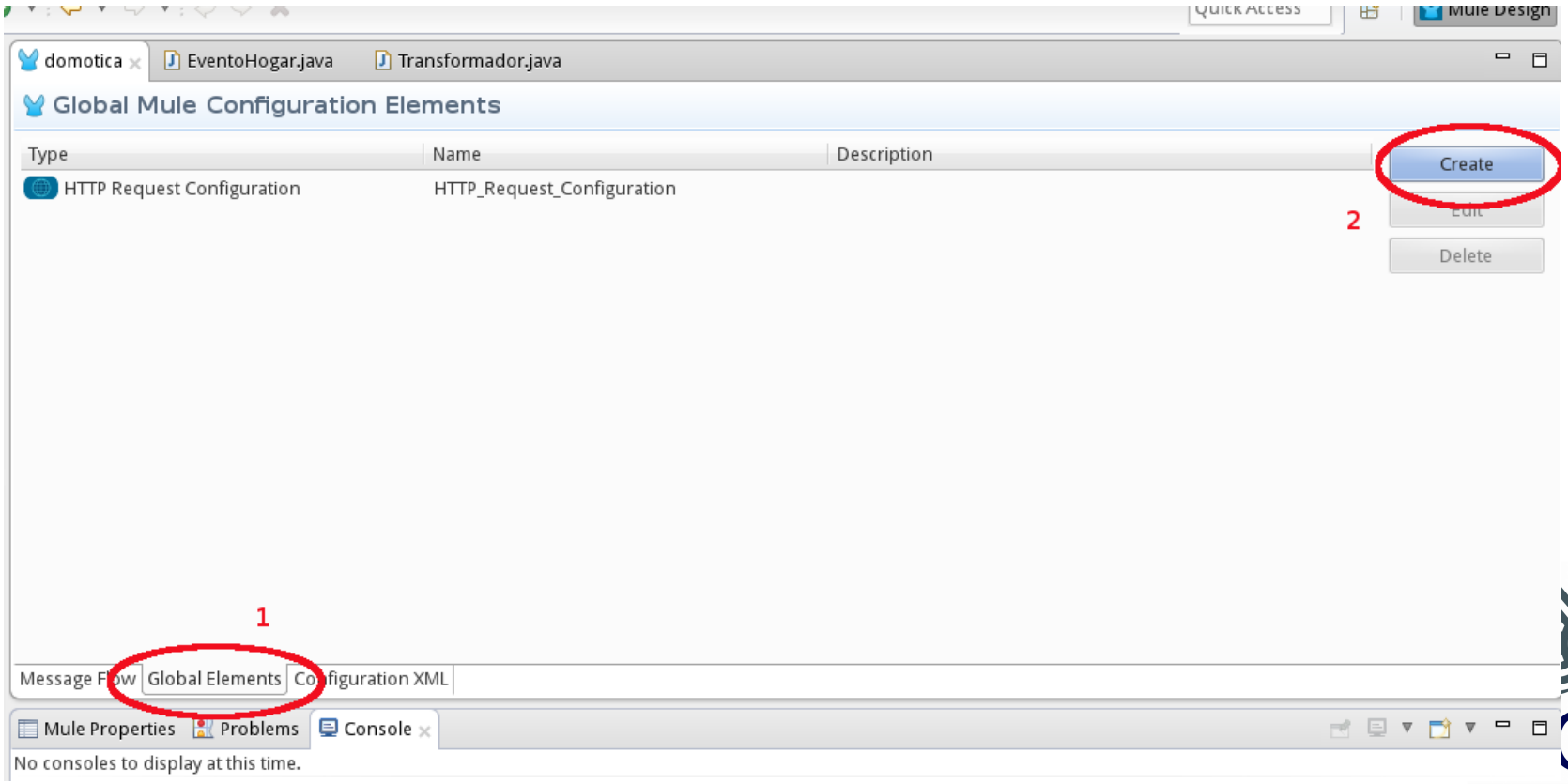
```java
package eventos;

import org.mule.api.annotations.ContainsTransformerMethods;
import org.mule.api.annotations.Transformer;
import org.mule.module.json.JsonData;

import eventos.EventoHogar;

// ver http://www.mulesoft.org/docs/site/current3/apidocs/org/mule/module/json/JsonData.html


@ContainsTransformerMethods
public class Transformador
{
    @Transformer
    public EventoHogar JSONToEventoHogar(JsonData obj) throws Exception
    {
        EventoHogar evento = new EventoHogar();
        String nombreHogar = obj.getAsString("title");

        evento.setHogar(nombreHogar);
        evento.setSensor(obj.getAsString("feed"));
        evento.setLocalizacion(obj.getAsString("location/name"));
        evento.setLatitud(Float.parseFloat(obj.getAsString("location/lat")));
```

Mule Properties | Problems | Console

# Global Elements

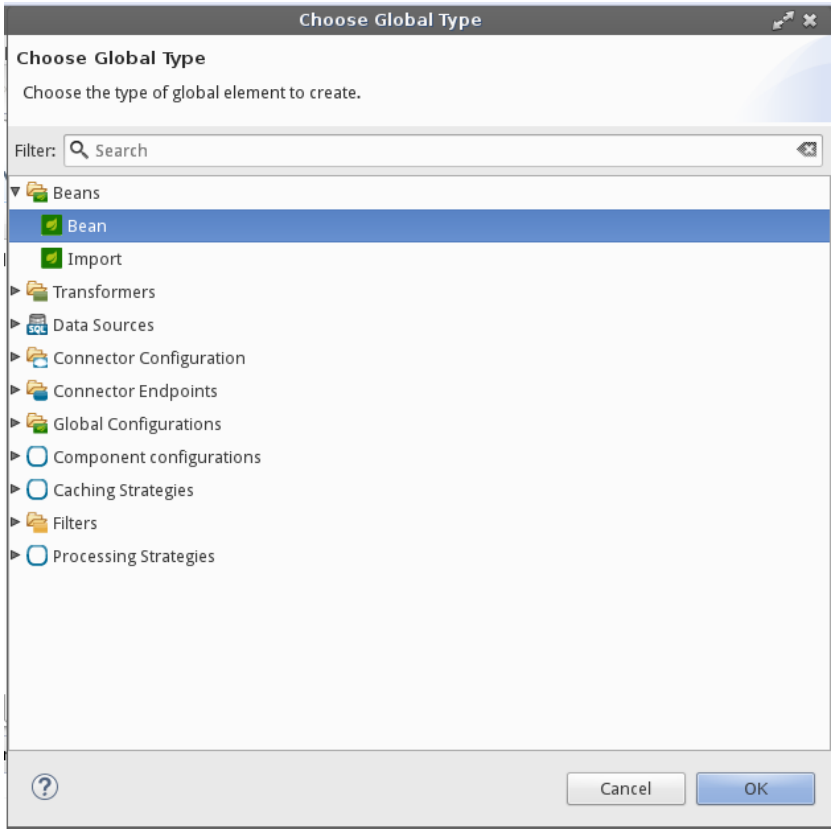
En la pantalla principal, pinchamos en la segunda pestaña: Global Elements

Dentro pinchamos en Create



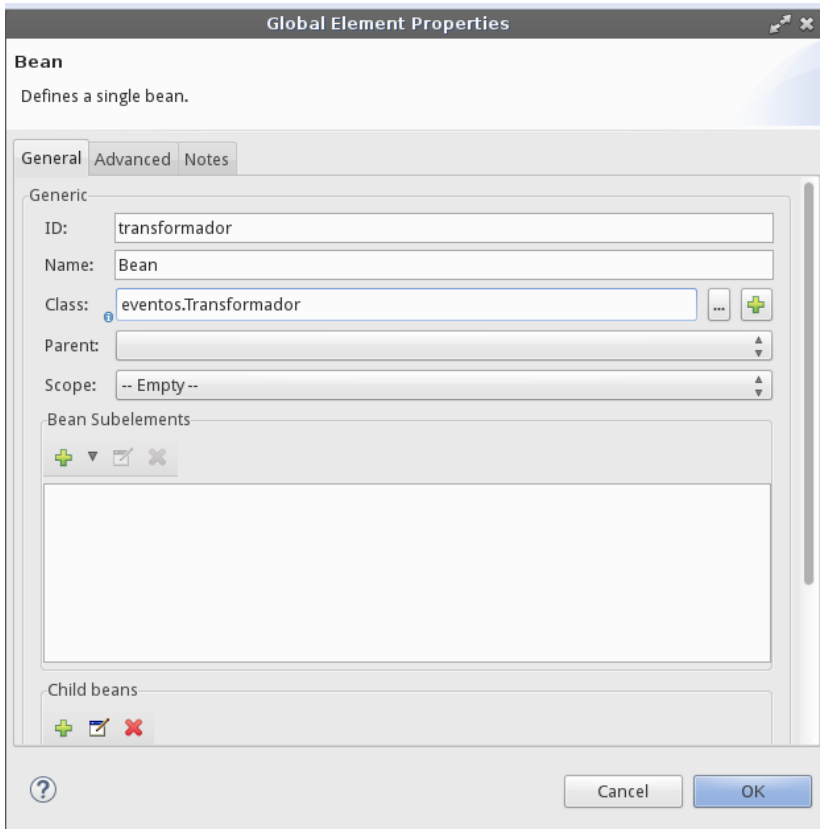
# Global Elements

## De tipo Bean



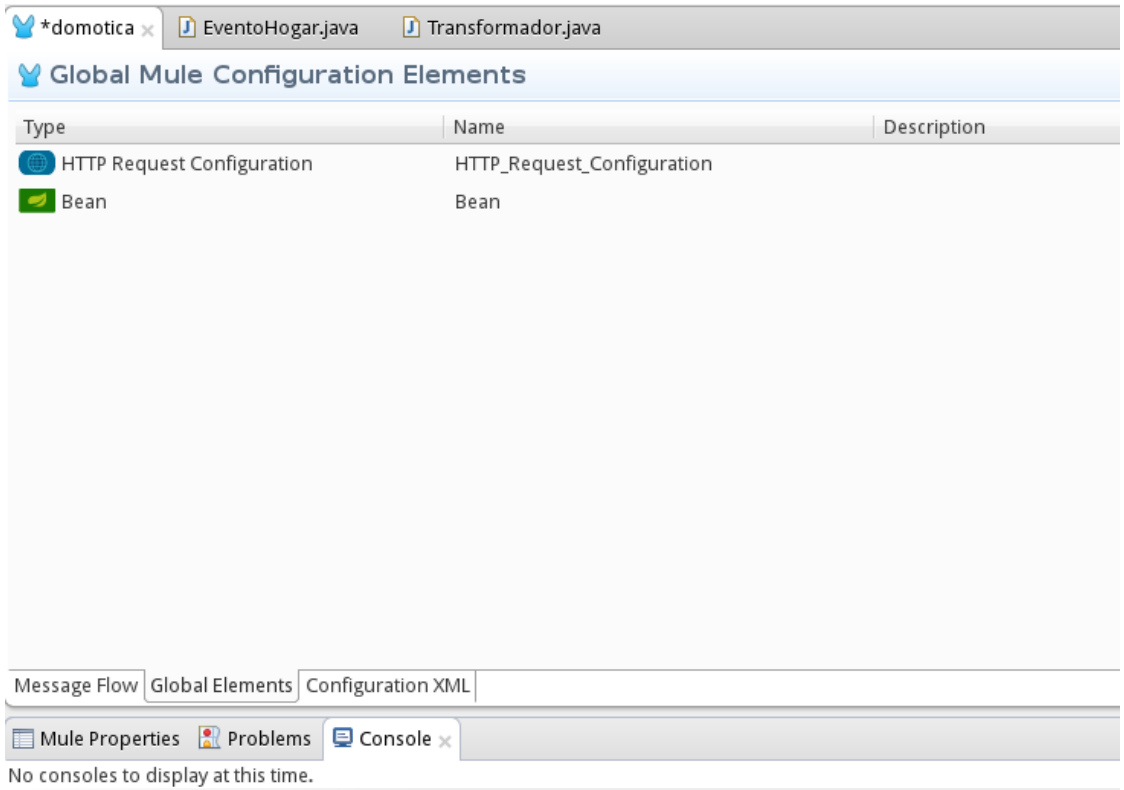
# Global Elements

Definimos ID, Name y Class como se ve en la figura.



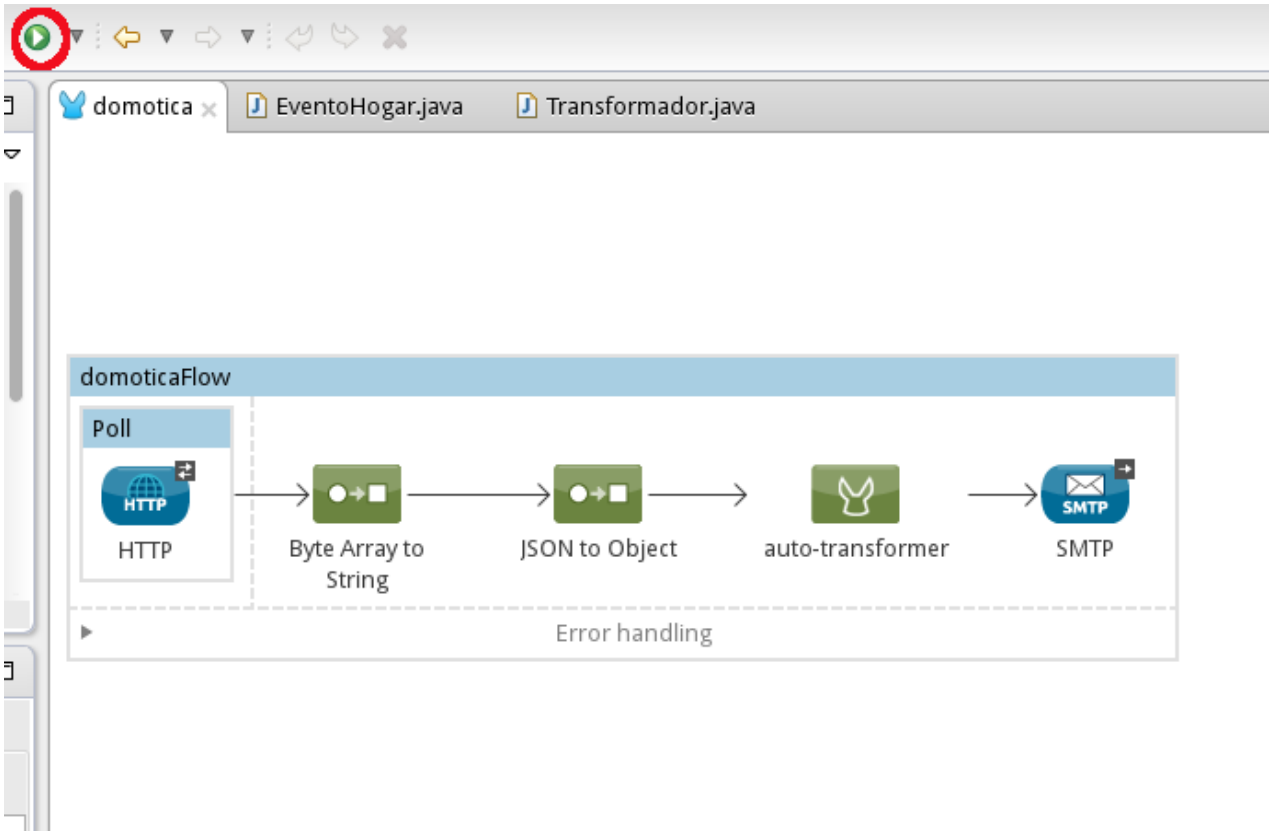
# Global Elements

Así quedará la pestaña Global Elements



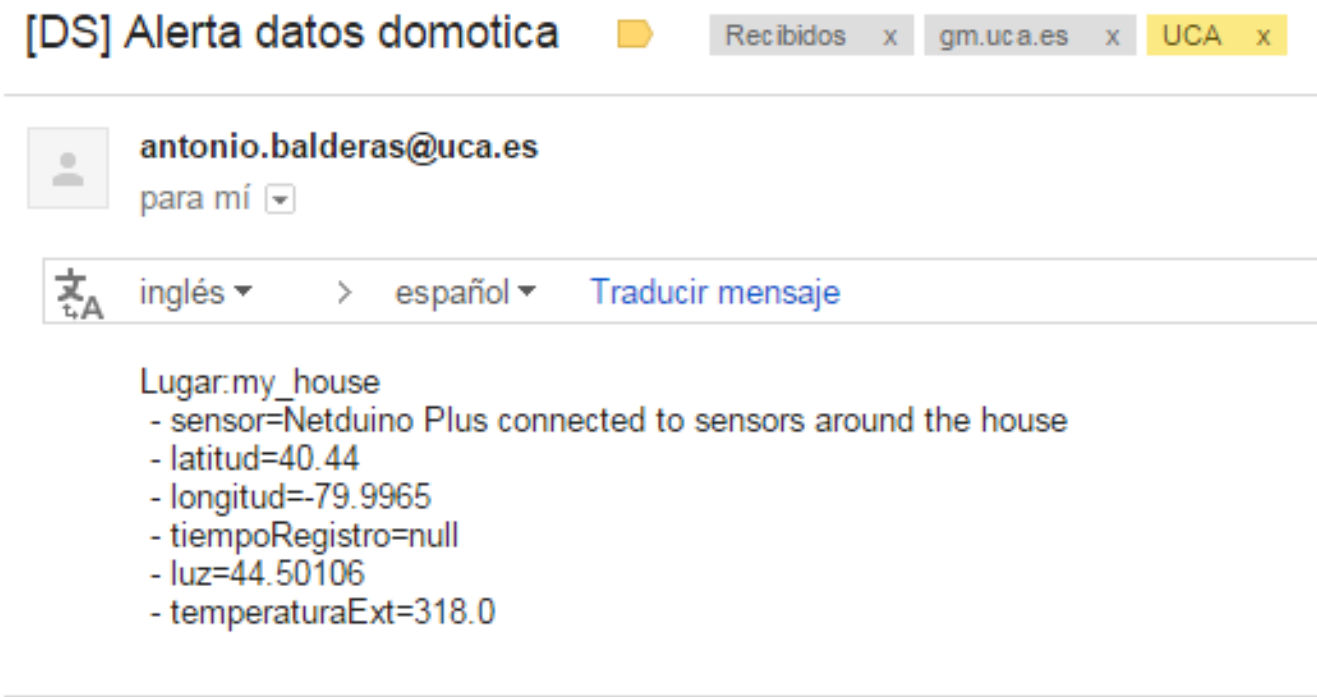
# Ejecución

## Ejecutamos de nuevo



# Ejecución

El cuerpo del email recibido sera así:



# Referencias bibliográficas I



MuleSoft Inc.
Mule Studio
http://www.mulesoft.org/download-mule-esb-community-edition, marzo 2013.


LogMeIn, Inc.
Xively – Public Cloud for the Internet of Things
https://xively.com/, mayo 2013.


D. Luckham
The Power of Events: An Introduction to Complex Event Processing in Distributed Enterprise Systems
Addison-Wesley, 2001.


D. Luckham
Event Processing for Business: Organizing the Real-Time Enterprise
Wiley, 2012.

# Referencias bibliográficas II


EsperTech Inc.
Esper - Complex Event Processing
http://esper.codehaus.org/, mayo 2013.

J. Boubeta Puig; G. Ortiz; I. Medina Bulo
Procesamiento de Eventos Complejos en Entornos SOA: Caso de Estudio para la Detección Temprana de Epidemias
Actas de las VII Jornadas de Ciencia e Ingeniería de Servicios
A Coruña, septiembre, 2011.

L. Atzori; A. Iera; G. Morabito
The Internet of Things: A Survey
Computer Networks (15), pp. 2787-2805, octubre, 2010.