

# **Estudio de Caso**

## **Proyecto Micro Hidroeléctrico La Cascada**

Trojes; El Paraíso, Honduras, Centroamérica

**Presentado por:** Equipo Técnico EnDev Centroamérica  
Alejandra Hernández  
Enrique Borjas  
Abraham Blanco

## **Contenido**

<b>1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	3
<b>2. UBICACIÓN</b>	4
<b>3. CONTRAPARTE INSTITUCIONAL</b>	4
<b>4. LEVANTAMIENTO TÉCNICO DE LOS DATOS</b>	4
<b>5. SOCIALIZACIÓN COMUNITARIA</b>	5
<b>6. EJECUCIÓN DE LA OBRA</b>	5
<b>7. DATOS TÉCNICOS DEL PROYECTO</b>	7
<b>8. CÁLCULOS</b>	7
<b>a) DEMANDA COMUNITARIA</b>	7
<b>b) POTENCIA DE GENERACIÓN</b>	8
i. DIFERENCIA DE ELEVACIÓN	8
ii. CAUDAL	9
iii. EFICIENCIA DEL EQUIPO ELECTROMECAÁNICO	9
<b>9. OBRAS CIVILES</b>	10
<b>a) CORTINA DE LA PRESA</b>	10
<b>b) TUBERÍA DE CONDUCCIÓN INSTALADA</b>	10
<b>c) CASA DE MÁQUINAS</b>	10
<b>d) EQUIPO ELECTROMECAÁNICO</b>	10
<b>10. RED DE DISTRIBUCIÓN</b>	11
<b>11. PLANOS</b>	12
Plano Constructivo de la Cortina de la presa	12
Plano de Armado Estructural de la Cortina de la presa	12
Plano de constructivo del Tanque Desarenador	13
Plano Corte y vista lateral derecha	13
Plano Vista Frontal Constructiva	14
Plano de Diseño de Extensión de Red	15

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Programa EnDev brindó la asistencia técnica en el proyecto micro hidroeléctrico (MCH) en la comunidad de Las Cascadas.

<b>Datos Generales del Proyecto</b>	
Nombre de la Comunidad	Las Cascadas
Municipio	Trojes
Departamento	El Paraíso
Nombre de la Quebrada	Las Cascadas
Viviendas Beneficiadas	19
Habitantes	102
Infraestructura Social (1 iglesia, 1 centro de salud, 1 escuela)	3
Tipo de Proyecto	Comunitario

*Tabla 1: Datos generales del proyecto MCH Las Cascadas*

## 2. UBICACIÓN

La micro central hidroeléctrica se encuentra en la comunidad de Las Cascadas, en el municipio de Trojes, en el departamento de El Paraíso. Trojes es un municipio ganadero y agrícola. El cultivo y la producción del grano del café es la actividad económica más rentable, quedando la ganadería como su segunda actividad más importante. Se agrega el cultivo de granos de consumo básico, como el arroz, los frijoles y el maíz, y el cultivo y la producción de tabaco.

## 3. CONTRAPARTE INSTITUCIONAL

La Asociación Hondureña de Productores de Café (AHPROCAFÉ) fue un socio institucional clave en el desarrollo del proyecto, desde la socialización, levantamiento de datos técnicos preliminares, acompañamiento, y monitoreo.

Producto de las capacitaciones impartidas por EnDev, el Ing. Sixto Ordóñez de la AHPROCAFÉ evaluó el sitio para identificar el potencial hídrico de la fuente.

## 4. LEVANTAMIENTO TÉCNICO DE LOS DATOS

El equipo técnico de EnDev en Honduras procedió con la verificación en campo de los datos preliminares enviados a través de la gerencia de la AHPROCAFÉ.

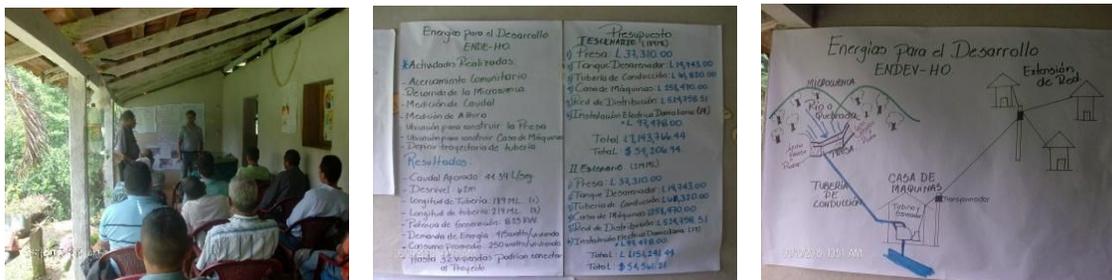
Las actividades y datos levantados por el equipo técnico en la comunidad de Las Cascadas incluyeron:

- Recorrido de la microcuenca
- Aforo de caudal
- Definir ubicación tentativa para la construcción de la presa
- Definir ubicación tentativa de casa de máquinas
- Medición de diferencia de altura
- Definir la trayectoria de la tubería de conducción
- Geo-referenciación de las viviendas para realizar el diseño de la red de distribución eléctrica

Basado en los datos de campo obtenidos se elaboró un informe de factibilidad detallando el diseño de la obra y presupuesto.

## 5. SOCIALIZACIÓN COMUNITARIA

El informe de factibilidad se socializó en primera instancia en el edificio de la Alcaldía de Trojes, El Paraíso. En la reunión estuvieron presentes el Sr. René Moncada, alcalde del municipio de Trojes, directivos del Patronato de Las Cascadas, habitantes de la comunidad, el Ing. René Benítez, coordinador de EnDev en Honduras, y dos profesionales del equipo técnico en hidroenergía del Programa. Posteriormente se socializa dicho informe de manera muy sencilla en asamblea comunitaria.



Fotografía 1: Socialización Comunitaria

A nivel de asamblea comunitaria se eligieron los integrantes de la Junta de Electrificación, dicha junta esta juramentada por el alcalde de Trojes. Esta fue encargada de gestionar fondos para llevar a cabo la ejecución del proyecto. Fondos fueron gestionados a través del Fondo Cafetero, así como en las alcaldías de los municipios de Trojes, Patuca y aporte comunitario.



*Fotografía 2: Socialización Comunitaria*

**NOTA:** Es importante realizar el abordaje comunitario con el cuidado de “**NO Levantar Falsas Expectativas**”

## 6. EJECUCIÓN DE LA OBRA

Una vez gestionados el financiamiento, la ejecución de la obra inició en marzo de 2016 con la construcción de la cortina de la presa.



*Fotografía 3: Cortina de Presa*

En mayo de 2016 se instaló la tubería de conducción y se construyeron los anclajes de la tubería. Además, se adquirieron los postes para la construcción de la red de distribución.



*Fotografía 4: Cortina de Presa*

En octubre 2016 se instaló la turbina, el generador eléctrico, la conexión eléctrica interna en casa de máquinas, y los paneles de control. La casa de máquinas fue energizada.



*Fotografía 5: Instalación de Equipo Electromecánico y Capacitación*

En mayo 2017 se inició la construcción de la red de distribución, quedando aún pendiente las conexiones eléctricas domiciliarias.



Fotografía 6: Construcción de extensión de Red

## 7. DATOS TÉCNICOS DEL PROYECTO

Con un caudal de diseño de 26.63 litros/segundo (l/s) y una diferencia de elevación neta entre la presa y la casa de máquinas de 61.58 m, la potencia de generación hidráulica mínima de la MCH es de 8.37 kW.

La siguiente tabla resume los datos técnicos del proyecto:

Datos Técnicos del Proyecto	
Caudal aforado en la quebrada (litros/segundo)	44.39
Caudal de diseño (litros/segundo)	26.63
Caudal ecológico (litros/segundo)	17.76
Diferencia de elevación bruta entre Presa-Casa de máquinas (m)	64.07
Pérdidas hidráulicas (m)	2.49
Diferencia de elevación neta entre Presa-Casa de máquinas (m)	61.58
Longitud de tubería de Presa a Casa de máquinas (ML)	189
Cantidad de lances en tubería	32
Potencia de generación hidráulica (kW)	8.37
Demanda de consumo por vivienda (watts)	365

Tabla 2: Datos técnicos del proyecto MCH Las Cascadas

## 8. CÁLCULOS

A continuación, se presentan los cálculos de demanda de potencia comunitaria, potencia de generación hidráulica de la microcuenca, incluyendo los valores de diferencia de elevación, caudal y eficiencia del equipo electromecánico.

### a) DEMANDA COMUNITARIA

La siguiente tabla detalla el cálculo de la demanda de potencia de toda la comunidad:

Demanda de aparatos a utilizar por vivienda	Consumo (watts)
Equipo de sonido	120
Televisor	100
Iluminación focos de 13 watts (5 focos)	65

Cargado de celular	50
Freezer o refrigeradora	150
<b>TOTAL DEMANDA (WATTS)</b>	<b>485</b>
<b>TOTAL DEMANDA (kW)</b>	<b>0.485</b>

Tabla 3: Demanda comunitaria de potencia

Según el cálculo de demanda por vivienda se obtiene un posible consumo de **485 watts** o **0.485 kW**.

**b) POTENCIA DE GENERACIÓN**

La fórmula utilizada para el cálculo de la potencia de generación es:

$$Potencia\ Hidráulica\ de\ la\ Microcuenca = \Delta E\ neta \times Q \times \eta \times a$$

En donde:

$\Delta E$  = Diferencia de elevación neta en (m)

$Q$  = Caudal de diseño (litros/segundos)

$\eta$  = Factor de eficiencia del equipo electromecánico (%)

$a$  = Aceleración por la gravedad = 9.81m/s<sup>2</sup>

La potencia de generación hidráulica de la microcuenca de la MCH Las Cascadas es la siguiente:

<b>Cálculos de Potencia Hidráulica de Generación de la Microcuenca</b>		
Eficiencia de la máquina	50%	
Aceleración de la gravedad (m/s <sup>2</sup> )	9.81	
% Caudal aforado a utilizarse (l/s)	60%	26.63 l/s
% Caudal ecológico (l/s)	40%	17.76 l/s
Altura bruta (m)	68.07	
Pérdidas en altura (m)	4	
Altura neta (m)	64.07	
<b>Potencia hidráulica de generación (watts)</b>	<b>8370</b>	
<b>Potencia hidráulica de generación (kW)</b>	<b>8.37</b>	

Tabla 4: Cálculos de potencia hidráulica mínima de generación de la microcuenca

**i. DIFERENCIA DE ELEVACIÓN**

El equipo técnico de EnDev realizó este levantamiento utilizando el Método de la Manguera. Es un método confiable y de fácil aplicación. La medición no requiere de equipo sofisticado y su costo es bajo.

En cada estación de medición se dejó señalado con spray de color o con estacas que funcionaron como marcas. Este paso se realizó en el caso que se tuviera que replantear la dirección de la trayectoria de la tubería.



Fotografía7: Medición de diferencia de elevación

La diferencia de elevación bruta entre el punto de presa y casa de máquinas fue de **68.07 m**. Las pérdidas hidráulicas – el criterio que se asume inicialmente para dato de pérdidas hidráulicas permisible– eran de **4 m**. La diferencia de elevación neta fue de **64.07 m**.

## ii. CAUDAL

El criterio de diseño para este proyecto micro hidroeléctrico fue utilizar el **60%** del caudal aforado. Como resultado el caudal tomado fue de **26.63 l/s**. Los restantes **17.76 l/s** se dejaron como caudal ecológico en la fuente.

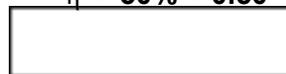


Fotografía 8: Medición de diferencia de elevación

## iii. EFICIENCIA DEL EQUIPO ELECTROMECÁNICO

Generalmente, la eficiencia de un equipo electromecánico importado no sobrepasa el 70% u 80%. En este caso, la turbina tipo Pelton fue fabricada en Honduras. Por lo tanto, se utilizó un factor de eficiencia por debajo del rango permitido.

$$\eta = 50\% = 0.50$$



## 9. OBRAS CIVILES

A continuación, se describen las obras civiles del proyecto MCH Las Cascadas.

**a) CORTINA DE LA PRESA**

Las dimensiones de la cortina de la presa para este proyecto fueron:

Descripción		Metro s
Longitud		9.3
Altura		1.5
Sección triangular	Base	1.2
	Ancho de corona	0.6

*Tabla 5: Dimensiones de la cortina de la presa*

**b) TUBERÍA DE CONDUCCIÓN INSTALADA**

La tubería de conducción es PVC, de 6 pulgadas de diámetro, una longitud de 189 metros lineales, se construyeron los respectivos anclajes.

**c) CASA DE MÁQUINAS**

La casa de máquinas se construyó de ladrillo rafón, repellada y pulida.



*Fotografía 9: Casa de máquinas construidas (vista desde arriba)*

**d) EQUIPO ELECTROMECAÁNICO**

La turbina utilizada en el proyecto MCH Las Cascadas fue tecnología tipo Pelton. Estas son adquiridas en el mercado local, fabricadas por el Ing. Roberto Fromm.

Los dos requerimientos para hacer uso de esta tecnología son:

- Diferencia mínima de elevación: 60 m
- Caudal mínimo de diseño: 21 litros/segundo



Fotografía 10: Turbina tipo Pelton

## 10. RED DE DISTRIBUCIÓN

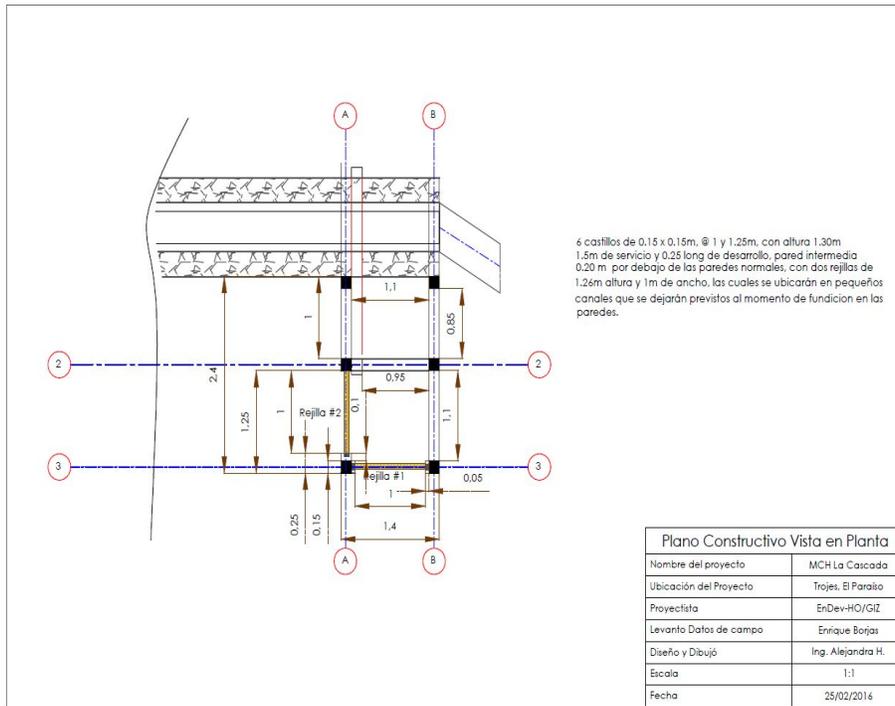
Para este proyecto se diseñaron siete (7) circuitos debido a la dispersión de las viviendas en la comunidad. Se utilizaron siete (7) transformadores industriales monofásicos:

Descripción	Unidades
Transformador seco monofásico 120/240V x 480V x 10 KVA	1
Transformador seco monofásico 120/240V x 480V x 5 KVA	1
Transformador seco monofásico 120/240V x 480V x 3 KVA	2
Transformador seco monofásico 120/240V x 480V x 1 KVA	3

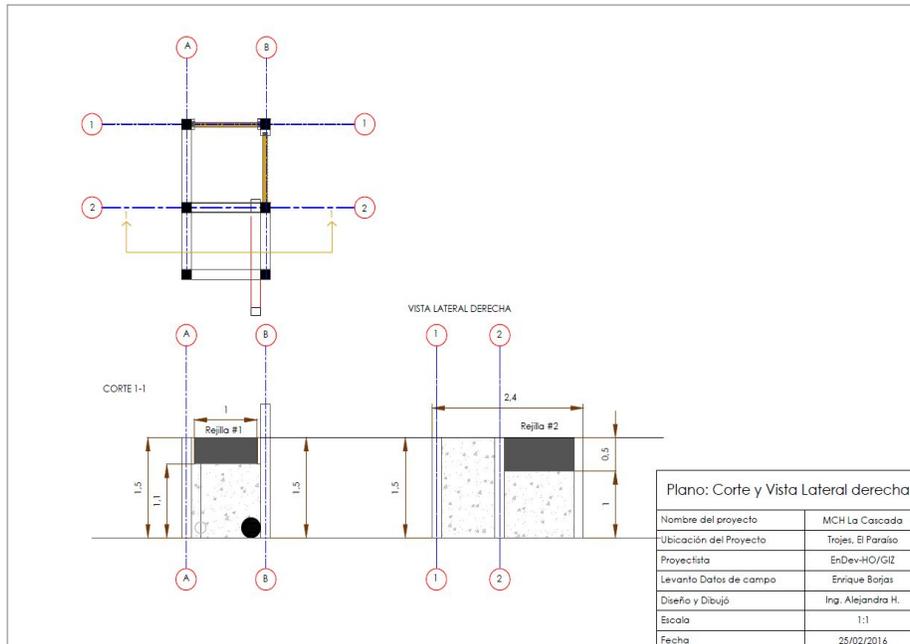
Tabla 6: Transformadores industriales monofásicos utilizados en el proyecto



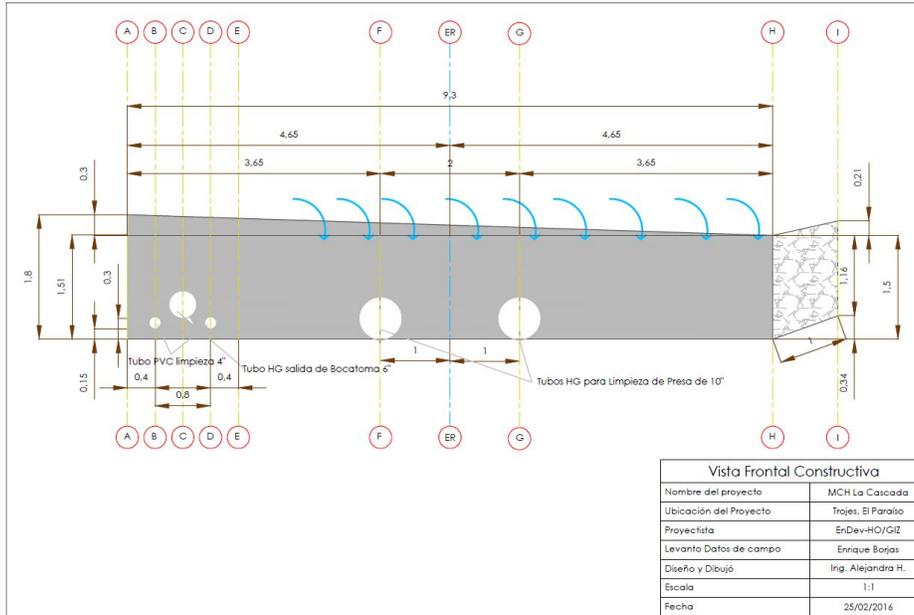
Plano de constructivo del Tanque Desarenador



Plano Corte y vista lateral derecha



Plano Vista Frontal Constructiva



Plano de Diseño de Extensión de Red

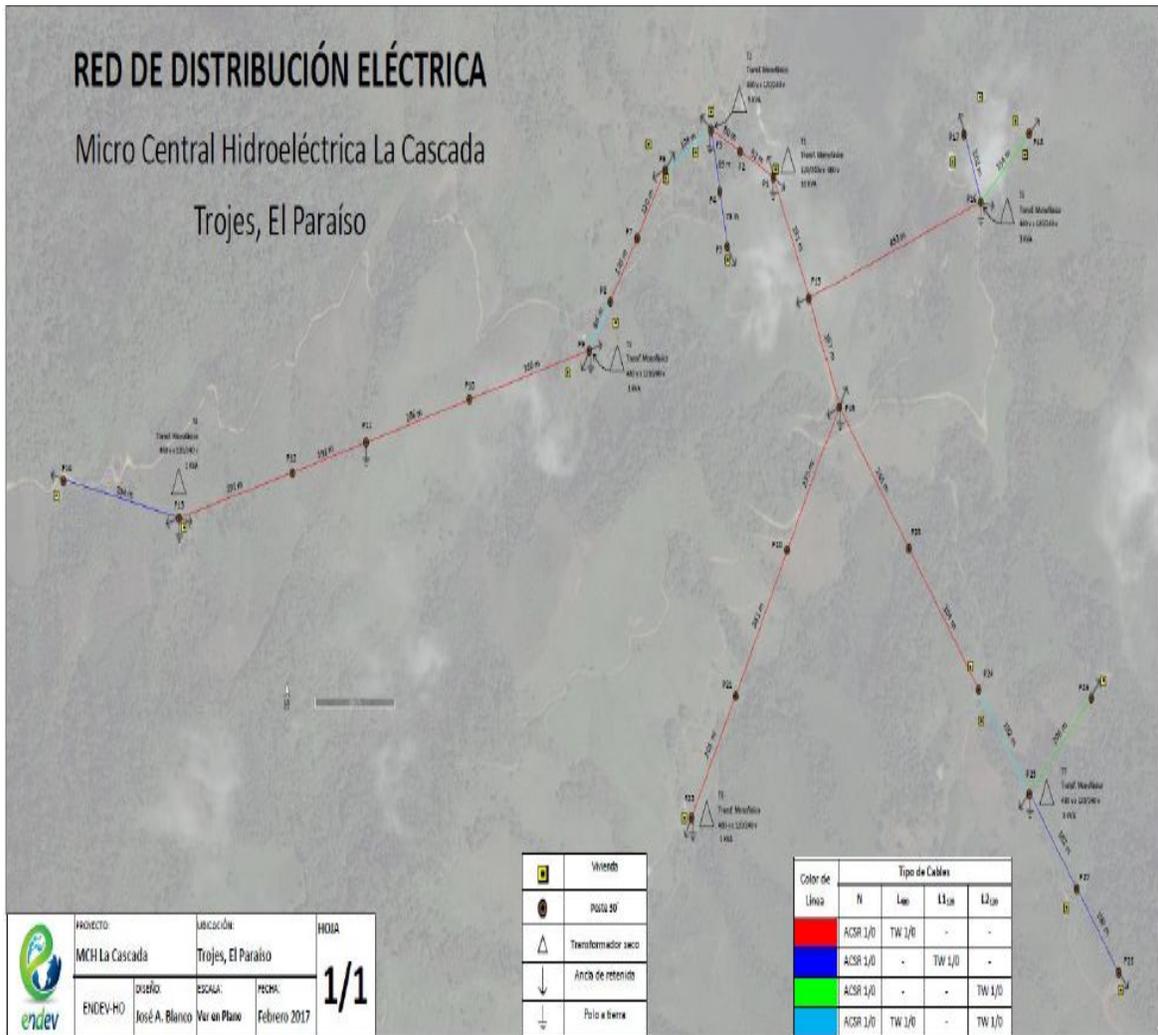


Figura 1: Plano de diseño de extensión de red

Plano de conexión eléctrica domiciliaria

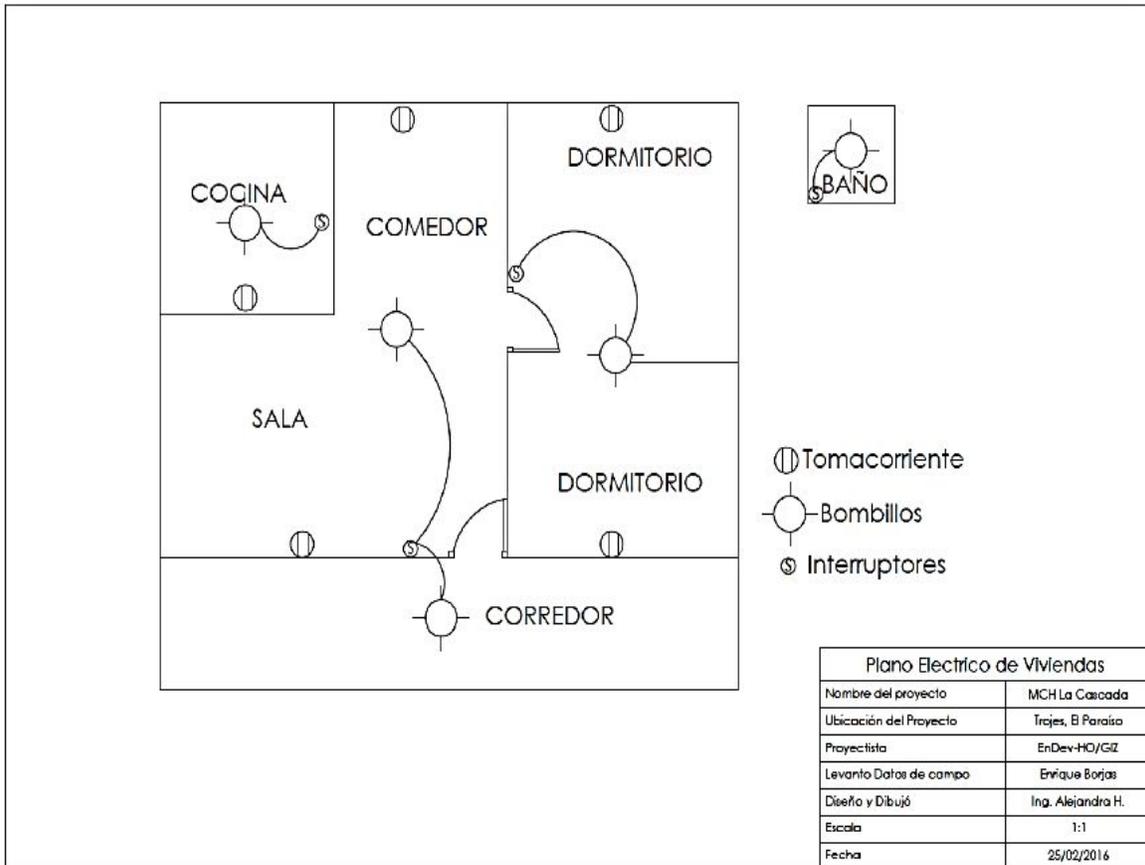


Figura 2: Plano de conexiones eléctricas domiciliarias

