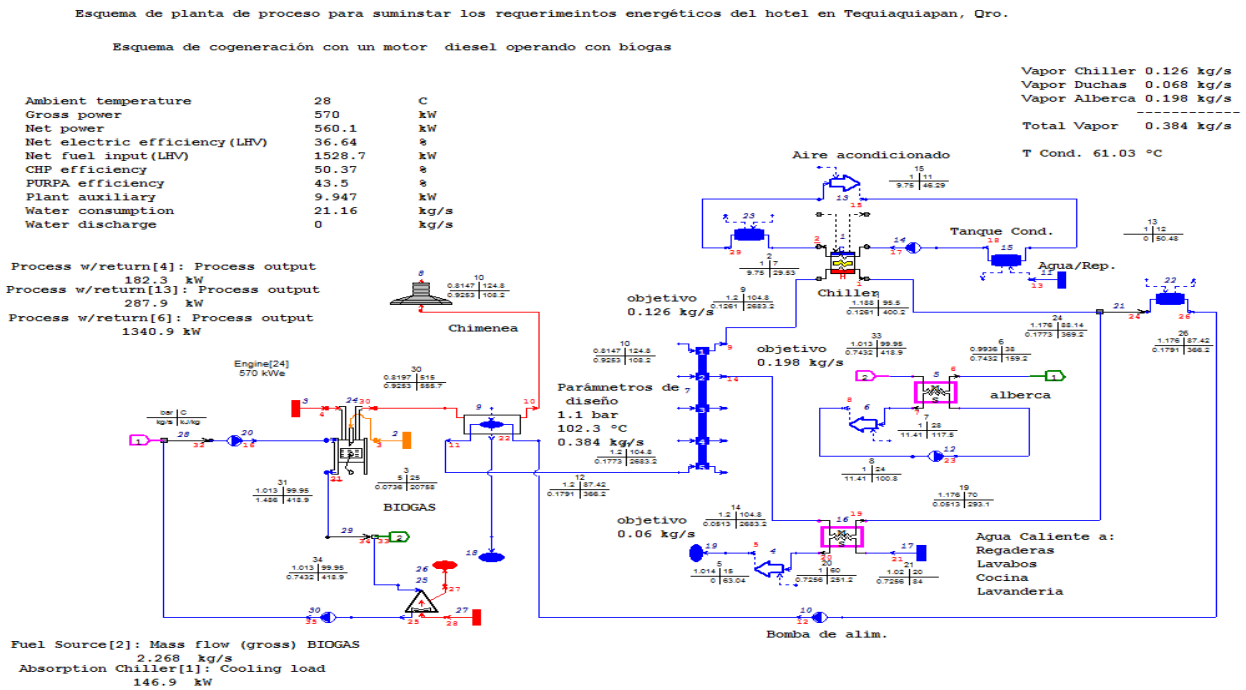


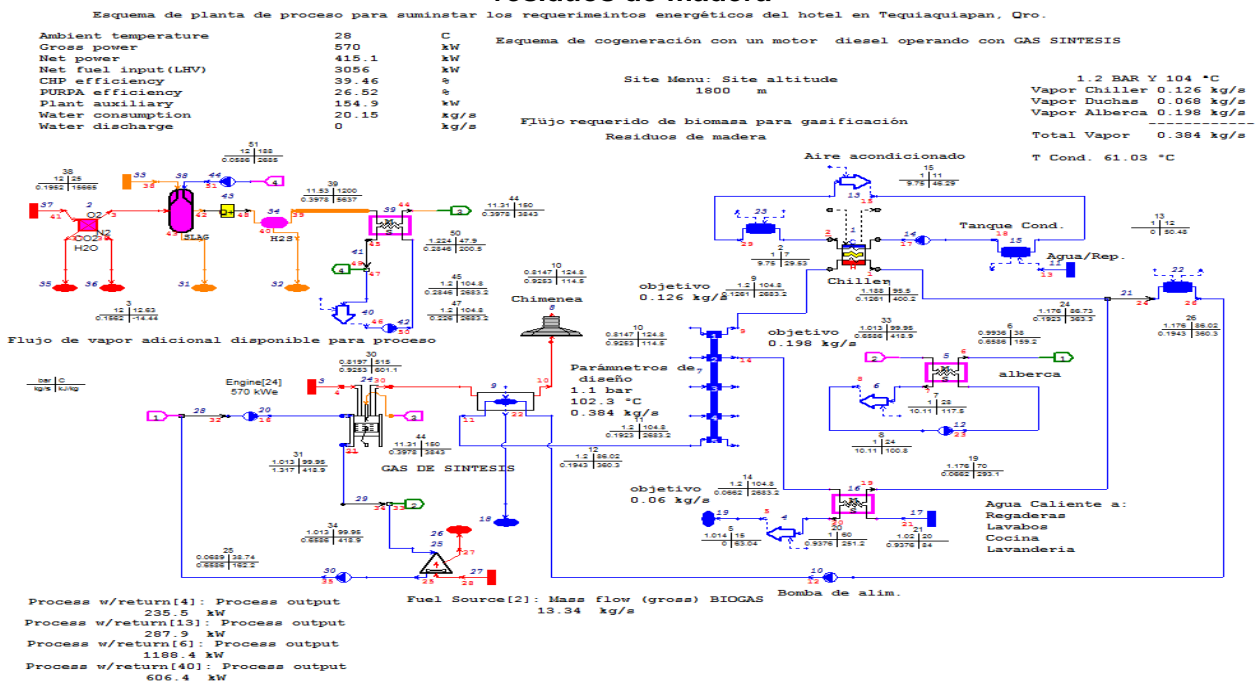
## Anexo A: Simulaciones en el programa Thermoflex de las diferentes alternativas de generación eléctrica y térmica.

### Figura A.1: Esquema de cogeneración con un motor diesel operado con biogás



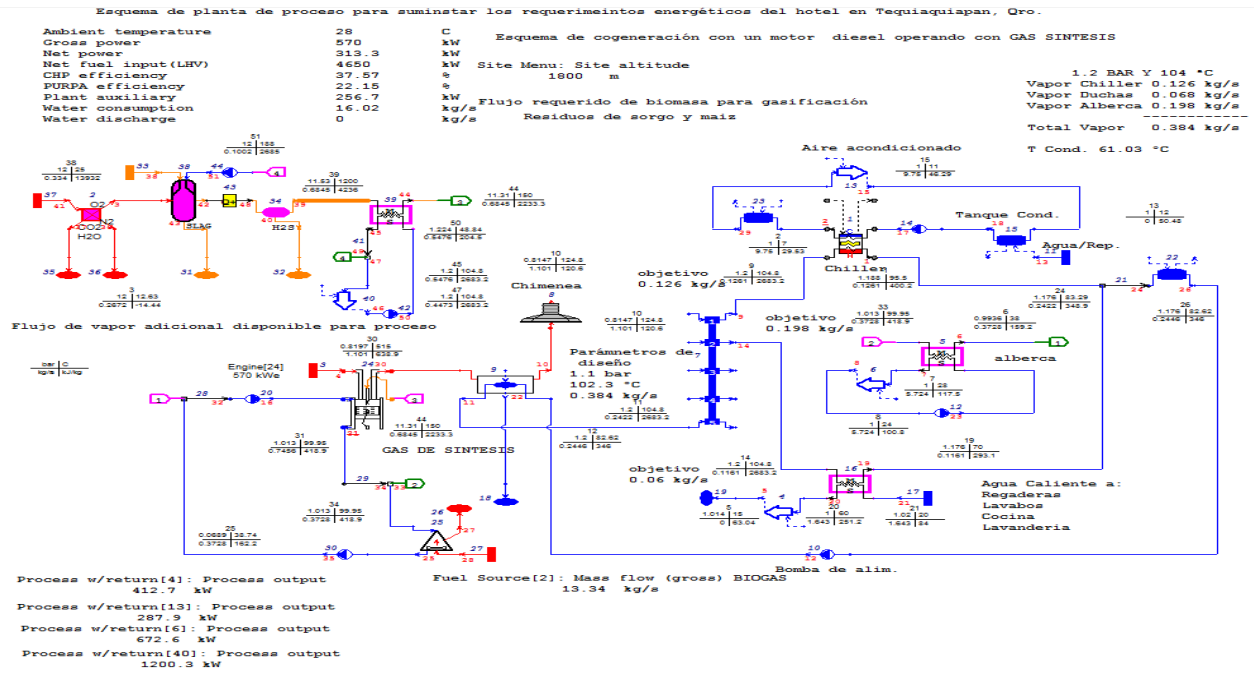
Fuente: Elaboración propia.

### Figura A.2: Esquema de cogeneración con un motor diesel operado con gas síntesis residuos de madera



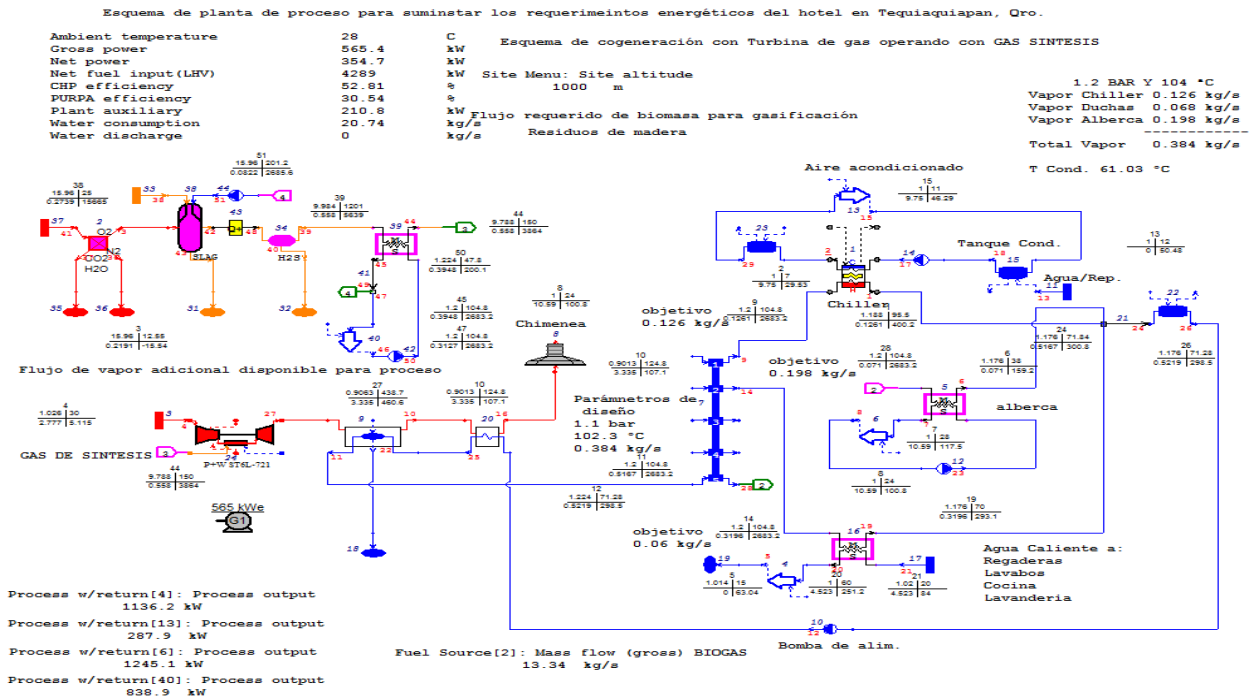
Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3: Esquema de cogeneración con un motor diesel operado con gas síntesis residuos de sorgo y maíz**



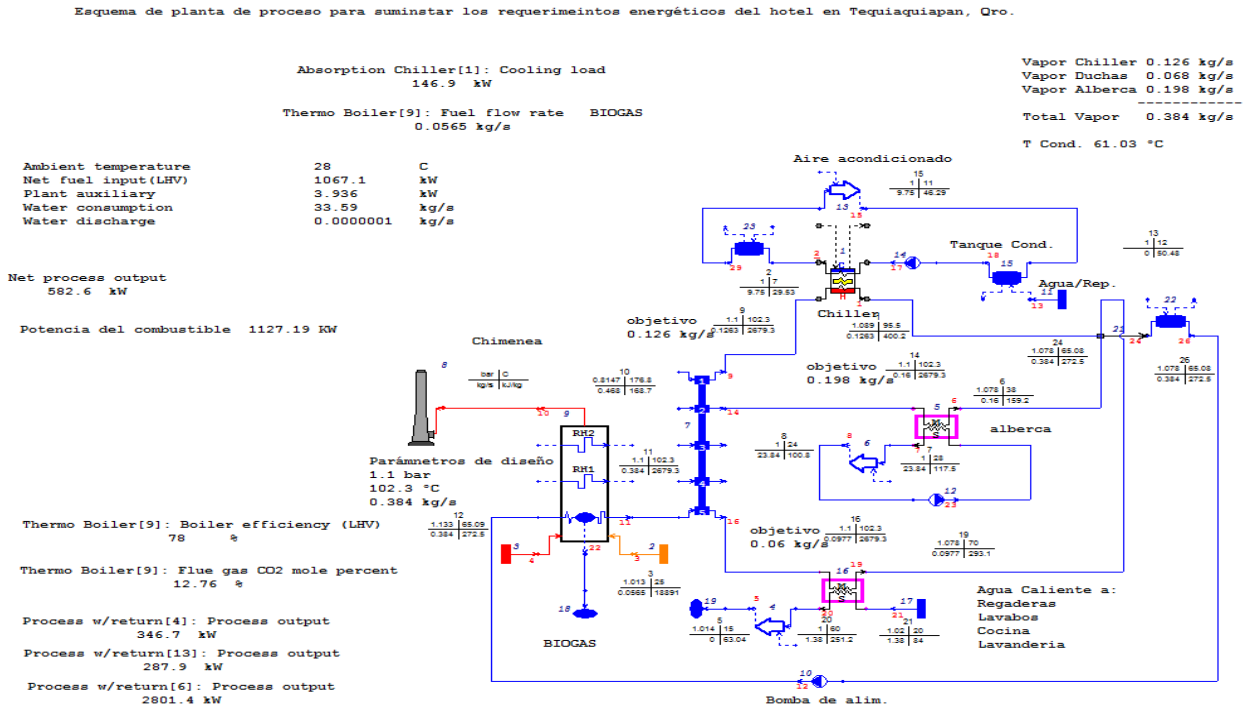
Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.4: Esquema de cogeneración con turbina de gas operando con gas síntesis de residuos de madera**



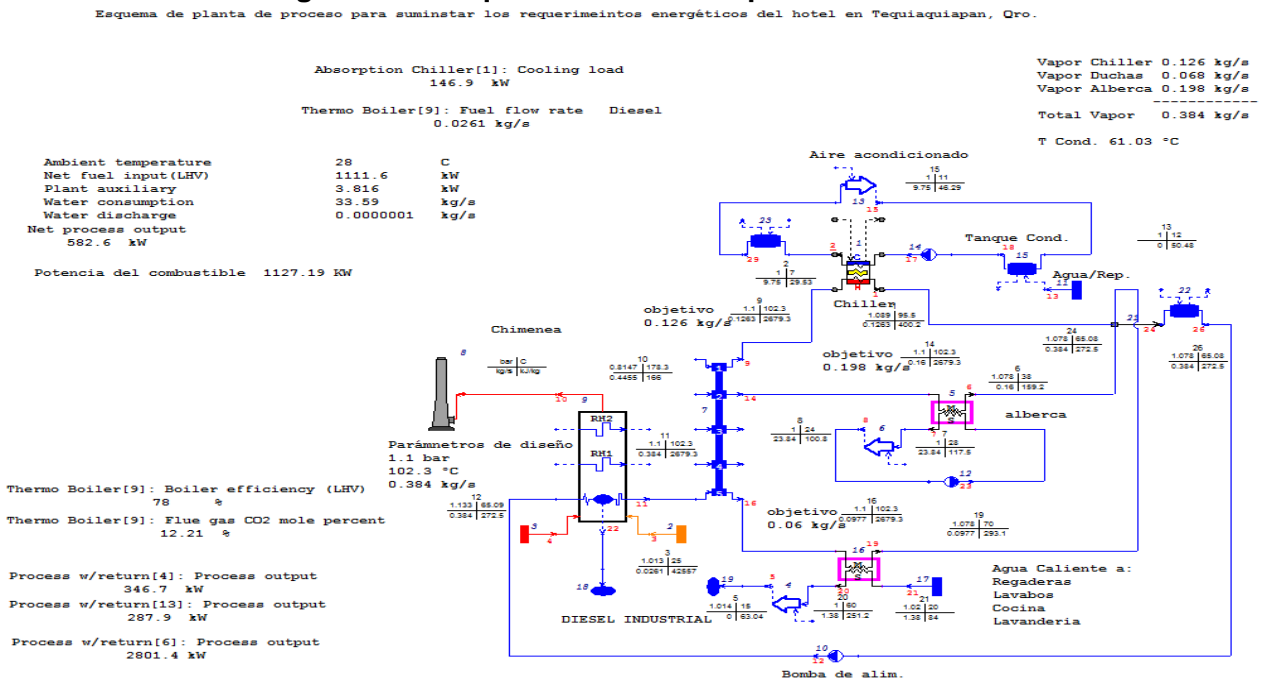
Fuente: elaboración propia.

**Figura A.5: Esquema de caldera operada con biogás**



Fuente: Elaboración propia

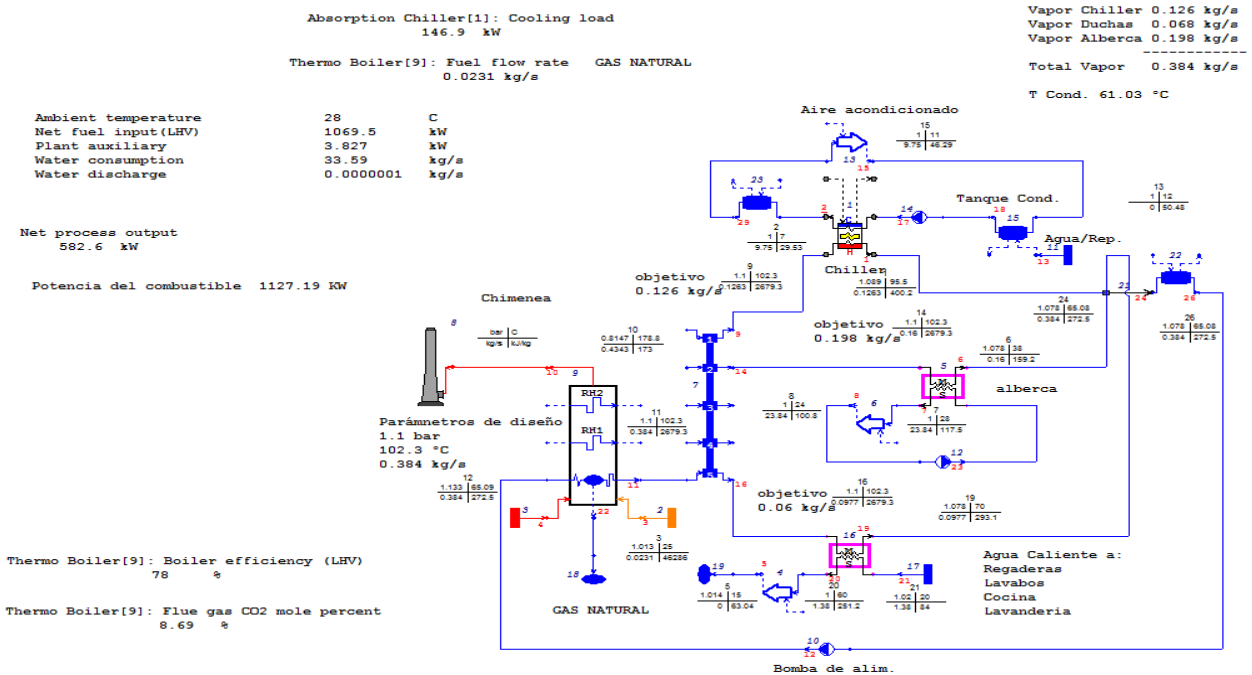
**Figura A.6: Esquema de caldera operada con diesel**



Fuente: Elaboración propia.

### Figura A.7: Esquema de caldera operada con gas natural

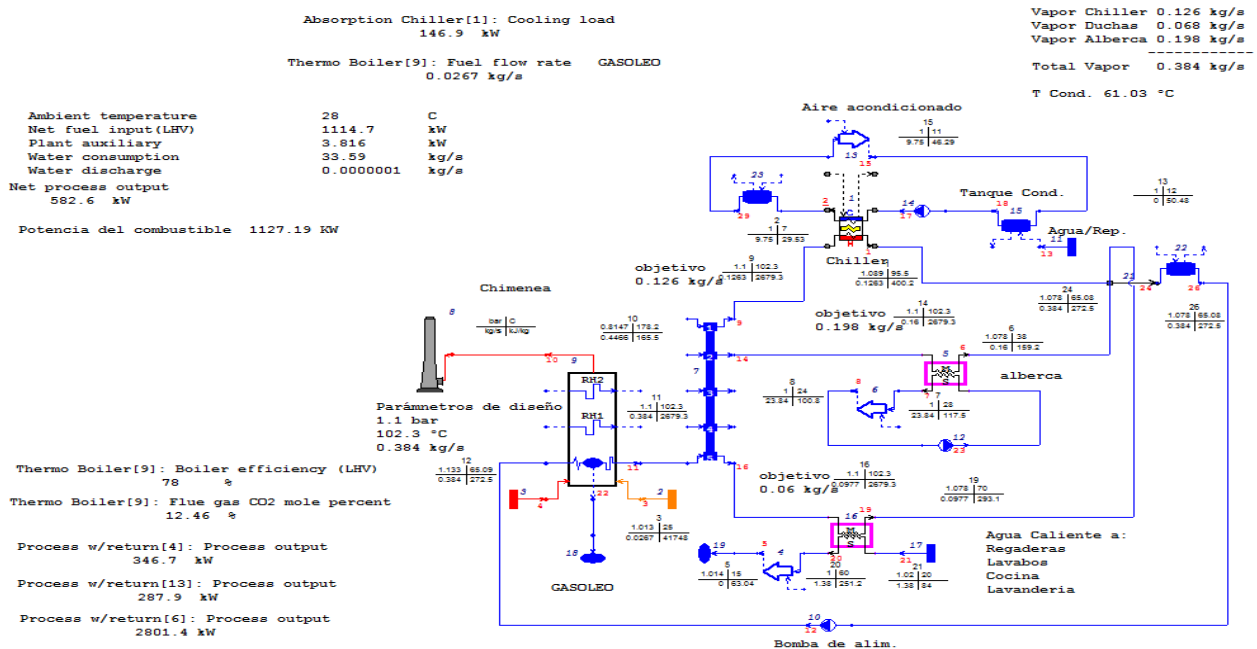
Esquema de planta de proceso para suministrar los requerimientos energéticos del hotel en Tequisquiapan, Oro.



Fuente: Elaboración propia

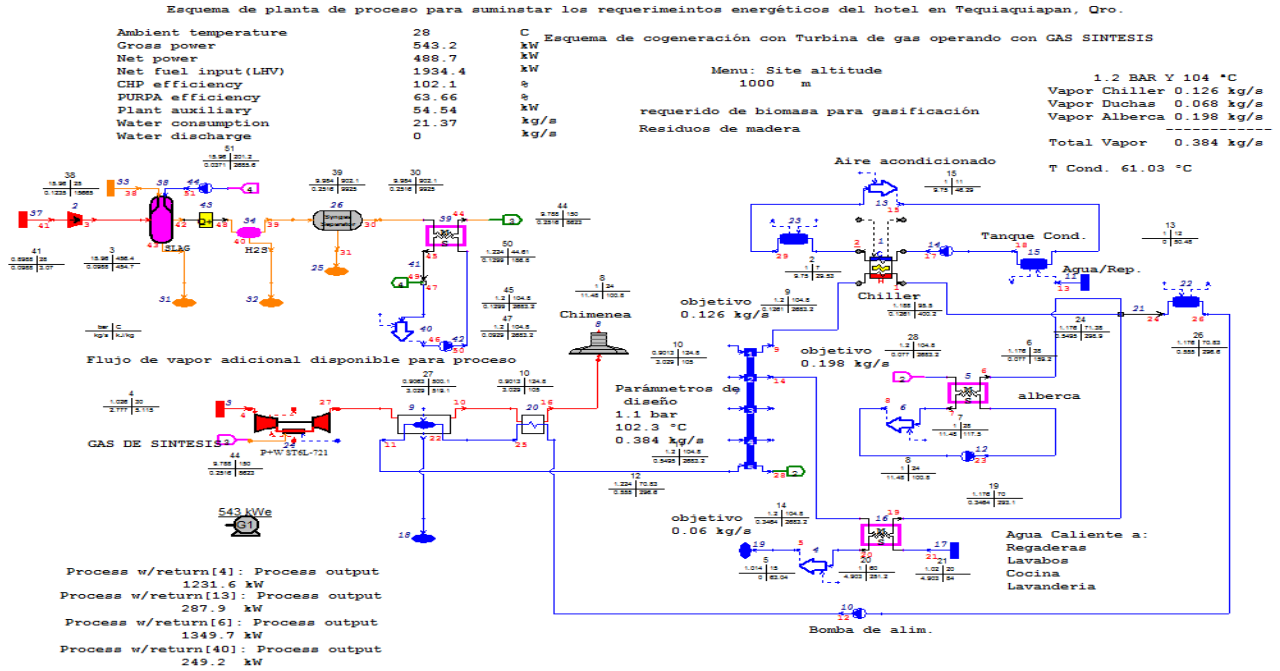
### Figura A.8: Esquema de caldera operada con gasóleo

Esquema de planta de proceso para suministrar los requerimientos energéticos del hotel en Tequisquiapan, Oro.



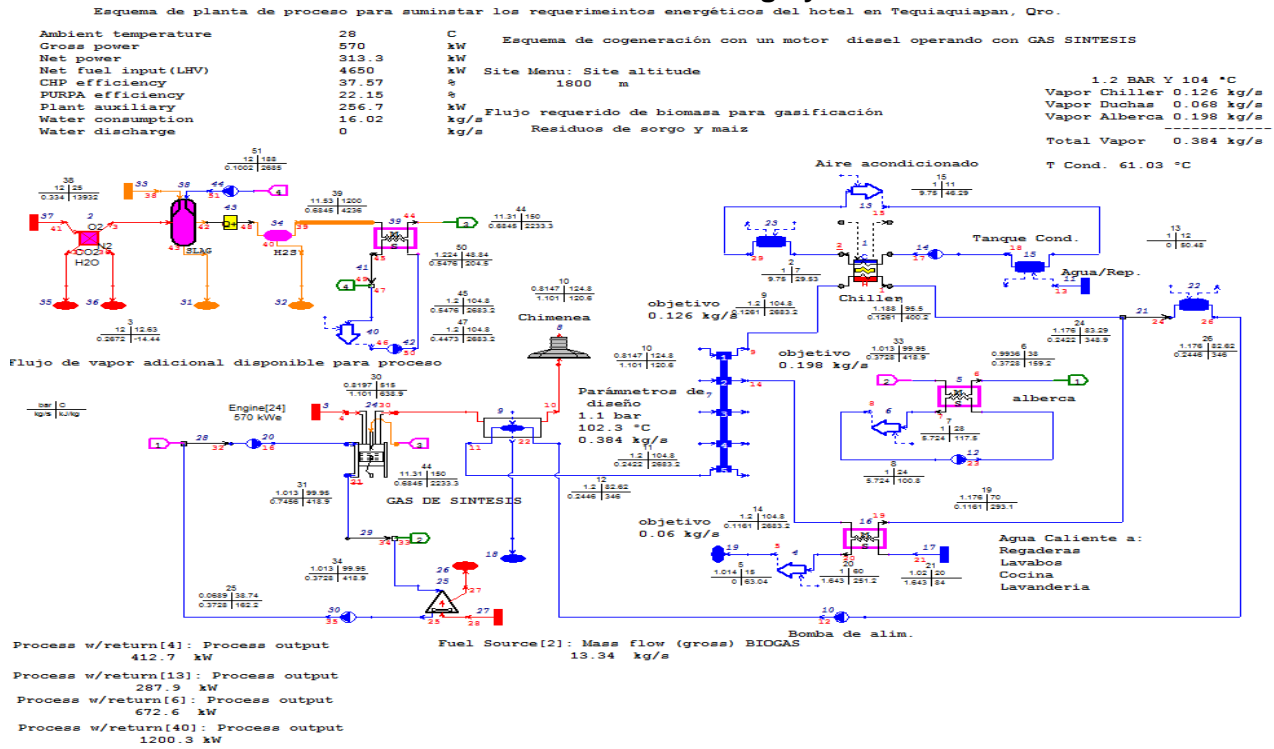
Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.9: Esquema de cogeneración con turbina de gas operando con gas síntesis de residuos de madera con oxígeno**



Fuente. Elaboración propia

**Figura A.10: Esquema de cogeneración operado con motor diesel operado con gas síntesis de residuos de sorgo y maíz**



Fuente: Elaboración propia

## Anexo B: Desarrollo de la Evaluación Económica del proyecto

Tabla B.1: Referencia sistema convencional

<b>CONVENCIONAL</b>		
<b>Capacidad térmica</b>	<b>150 CC</b>	
<b>Capacidad eléctrica</b>	<b>82.9 KW</b>	
Factor de planta térmico	0.35	
Horas de operación con factor de planta	8,760.00	hr/año
Factor de demanda eléctrico	0.8	
Horas de consumo con factor de demanda	8,760.00	hr/año
Consumo térmico	150	CC
	1,471.5	Kwt
Producción de vapor real	2,349.0	kg/h
<b>Demanda térmica</b>	<b>1.47</b>	<b>MWt</b>
<b>Demanda eléctrica</b>	<b>0.0829</b>	<b>MVe</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla B.2: Referencia esquema CHP

<b>ESQUEMA CHP CON TURBINA DE GAS SYNGAS AIRE</b>		
<b>Capacidad bruta</b>	<b>543.2 KW</b>	
<b>Capacidad neta</b>	<b>488.7 KW</b>	
<b>EXCEDENTE ELECTRICICO</b>	<b>405.8 KW</b>	
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>1934.4 KW</b>	
<b>FLUJO DE BIOMASA A GASIFICADOR</b>	<b>0.1235 KG/S</b>	
<b>Demanda térmica</b>	<b>150 CC</b>	
<b>Demanda eléctrica</b>	<b>82.9 KW</b>	
Factor de planta térmico	0.35	
Horas de operación con factor de planta	8,760.00	hr/año
Factor de demanda eléctrico	0.86	
Horas de consumo con factor de demanda	8,760.00	hr/año
Consumo térmico	150	CC
	1,471.5	Kwt
Producción de vapor real	2,349.0	kg/h
<b>Demanda térmica</b>	<b>1.47</b>	<b>MWt</b>
<b>Demanda eléctrica</b>	<b>0.0829</b>	<b>MVe</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla B.3: Costos de combustibles

combustibles líquidos	consumo en calderas industriales			precio	
	pci MJ/Kg	efic. 78 %			
oil 6	40.6	1.054	1/hCC	2.2	\$/l
oil 4	42.2	1.082	1/hCC	4.44	\$/l
oil 2	42.6	1.097	1/hCC	5	\$/l

9.89 KW/CC
15.65 KG/H 1CC

Fuente: Elaboración propia

**Tabla B.4: Desarrollo de cálculos del sistema convencional parte 1**

<b>SISTEMA CONVENCIONAL</b>							
N°	Año	Precio medio \$/KWh	Precio combustible	Generación KWh	Factor planta térmico	Costo combustible	Costo O&M térmico
1	2011	\$ 0.92	\$ 4.57	4502595.762	0.3493	\$ 2,252,755.83	\$ 45,055.12
2	2012	\$ 0.95	\$ 4.71	4493590.57	0.3486014	\$ 2,315,697.83	\$ 46,313.96
3	2013	\$ 0.98	\$ 4.85	4484603.389	0.347904197	\$ 2,380,398.42	\$ 47,607.97
4	2014	\$ 1.01	\$ 5.00	4475634.183	0.347208389	\$ 2,446,906.76	\$ 48,938.14
5	2015	\$ 1.04	\$ 5.15	4466682.914	0.346513972	\$ 2,515,273.33	\$ 50,305.47
6	2016	\$ 1.07	\$ 5.30	4457749.548	0.345820944	\$ 2,585,550.07	\$ 51,711.00
7	2017	\$ 1.10	\$ 5.46	4448834.049	0.345129302	\$ 2,657,790.34	\$ 53,155.81
8	2018	\$ 1.13	\$ 5.62	4439936.381	0.344439044	\$ 2,732,049.00	\$ 54,840.98
9	2019	\$ 1.17	\$ 5.79	4431056.508	0.343750166	\$ 2,808,382.45	\$ 56,167.65
10	2020	\$ 1.20	\$ 5.97	4422194.395	0.343062665	\$ 2,886,848.65	\$ 57,736.97
11	2021	\$ 1.24	\$ 6.15	4413350.007	0.34237654	\$ 2,967,507.21	\$ 59,350.14
12	2022	\$ 1.27	\$ 6.33	4404523.307	0.341691787	\$ 3,050,419.36	\$ 61,008.39
13	2023	\$ 1.31	\$ 6.52	4395714.26	0.341008403	\$ 3,135,648.07	\$ 62,712.96
14	2024	\$ 1.35	\$ 6.72	4386922.831	0.340326386	\$ 3,223,258.08	\$ 64,465.16
15	2025	\$ 1.39	\$ 6.92	4378148.986	0.339645734	\$ 3,313,315.91	\$ 66,266.32
16	2026	\$ 1.43	\$ 7.12	4369392.688	0.338966442	\$ 3,405,889.96	\$ 68,117.80
17	2027	\$ 1.48	\$ 7.34	4360653.902	0.338288509	\$ 3,501,050.52	\$ 70,021.01
18	2028	\$ 1.52	\$ 7.56	4351932.595	0.337611932	\$ 3,598,869.88	\$ 71,977.40
19	2029	\$ 1.57	\$ 7.79	4343228.729	0.336936708	\$ 3,699,422.30	\$ 73,988.45
20	2030	\$ 1.61	\$ 8.02	4334542.272	0.336262835	\$ 3,802,784.16	\$ 76,055.68

Fuente Elaboración propia

**Tabla B.5: Desarrollo de cálculos del sistema convencional parte 2**

<b>SISTEMA CONVENCIONAL</b>					
N°	Año	Consumo KWh	Factor de demanda	Costo Fact. Eléc.	Costo total convencional
1	2011	582125.1264	0.8016	\$ 535,555.12	\$ 2,833,366.06
2	2012	583289.3767	0.8032032	\$ 552,725.01	\$ 2,914,736.80
3	2013	584455.9554	0.80480961	\$ 570,445.38	\$ 2,998,451.77
4	2014	585624.8673	0.80641923	\$ 588,733.86	\$ 3,084,578.75
5	2015	586796.1171	0.80803206	\$ 607,608.66	\$ 3,173,187.46
6	2016	587969.7093	0.80964813	\$ 627,088.60	\$ 3,264,349.67
7	2017	589145.6487	0.81126742	\$ 647,193.06	\$ 3,358,139.20
8	2018	590323.94	0.81288996	\$ 667,942.07	\$ 3,454,632.05
9	2019	591504.5879	0.81451574	\$ 689,356.29	\$ 3,553,906.39
10	2020	592687.5971	0.81614477	\$ 711,457.05	\$ 3,656,042.68
11	2021	593872.9723	0.81777706	\$ 734,266.37	\$ 3,761,123.72
12	2022	595060.7182	0.81941261	\$ 757,806.95	\$ 3,869,234.69
13	2023	596250.8396	0.82105144	\$ 782,102.24	\$ 3,980,463.27
14	2024	597443.3413	0.82269354	\$ 807,176.43	\$ 4,094,899.68
15	2025	598638.228	0.82433893	\$ 833,054.51	\$ 4,212,636.74
16	2026	599835.5045	0.82598761	\$ 859,762.24	\$ 4,333,769.99
17	2027	601035.1755	0.82763958	\$ 887,326.21	\$ 4,458,397.75
18	2028	602237.2458	0.82929486	\$ 915,773.89	\$ 4,586,621.17
19	2029	603441.7203	0.83095345	\$ 945,133.60	\$ 4,718,544.35
20	2030	604648.6037	0.83261536	\$ 975,434.59	\$ 4,854,274.43

Elaboración propia

**Tabla B.6: Costo total del sistema convencional**

inversión sistema energético					
capacidad térmica	150 CC	\$	484.20	dol/CC	
		\$	72,630.00	dol	
			12 meses	\$	871,560.00 inversión

Fuente: Elaboración propia

**Tabla B.7: Desarrollo de cálculos sistema CHP y convencional parte 1**

<b>SISTEMA CHP + CONVENCIONAL</b>								
N°	Año	Precio \$/KWh	Precio residuo	Generación KVht	Factor planta eléctrico	Costo combustible	Costo O&M eléctrico	Consumo KVhe
1	2011	\$ 0.44	\$ 0.08	3674306.98	0.85828	\$ 267,419.17	\$ 12,033.86	625784.5109
2	2012	\$ 0.45	\$ 0.08	3666958.37	0.85656344	\$ 274,890.87	\$ 12,370.09	627036.0799
3	2013	\$ 0.47	\$ 0.08	3659624.45	0.854850313	\$ 282,571.32	\$ 12,715.71	628290.1521
4	2014	\$ 0.48	\$ 0.09	3652305.2	0.853140612	\$ 290,466.36	\$ 13,070.99	629546.7324
5	2015	\$ 0.50	\$ 0.09	3645000.59	0.851434331	\$ 298,581.99	\$ 13,436.19	630805.8258
6	2016	\$ 0.51	\$ 0.09	3637710.59	0.849731463	\$ 306,924.37	\$ 13,811.60	632067.4375
7	2017	\$ 0.53	\$ 0.10	3630435.17	0.848032	\$ 315,499.84	\$ 14,197.49	633331.5724
8	2018	\$ 0.54	\$ 0.10	3623174.3	0.846335936	\$ 324,314.90	\$ 14,594.17	634598.2355
9	2019	\$ 0.56	\$ 0.10	3615927.95	0.844643264	\$ 333,376.26	\$ 15,001.93	635867.432
10	2020	\$ 0.58	\$ 0.10	3608696.09	0.842953977	\$ 342,690.79	\$ 15,421.09	637139.1668
11	2021	\$ 0.59	\$ 0.11	3601478.7	0.841268069	\$ 352,265.57	\$ 15,851.95	638413.4452
12	2022	\$ 0.61	\$ 0.11	3594275.74	0.839585533	\$ 362,107.88	\$ 16,294.85	639690.2721
13	2023	\$ 0.63	\$ 0.11	3587087.19	0.837906362	\$ 372,225.17	\$ 16,750.13	640969.6526
14	2024	\$ 0.65	\$ 0.12	3579913.02	0.836230549	\$ 382,625.14	\$ 17,218.13	642251.5919
15	2025	\$ 0.67	\$ 0.12	3572753.19	0.834558088	\$ 393,315.69	\$ 17,699.21	643536.0951
16	2026	\$ 0.69	\$ 0.12	3565607.68	0.832888972	\$ 404,304.93	\$ 18,193.72	644823.1673
17	2027	\$ 0.71	\$ 0.13	3558476.47	0.831223194	\$ 415,601.21	\$ 18,702.05	646112.8136
18	2028	\$ 0.73	\$ 0.13	3551359.52	0.829560748	\$ 427,213.10	\$ 19,224.59	647401.0392
19	2029	\$ 0.75	\$ 0.14	3544256.8	0.827901626	\$ 439,149.44	\$ 19,761.72	648699.8493
20	2030	\$ 0.77	\$ 0.14	3537168.28	0.826245823	\$ 451,419.27	\$ 20,313.87	649997.249

Fuente: Elaboración propia

**Tabla B.8: Desarrollo de cálculos del sistema CHP y convencional parte 2**

<b>SISTEMA CHP + CONVENCIONAL</b>							
N°	Año	Factor de demanda	Excedente eléctrico	Ingreso venta excedentes	Ingreso total CHP	Costo total convencional	Ahorro Conv. vs CHP
1	2011	0.86172	3048522.47	\$ 1,346,227.52	\$ 1,066,774.48	\$ 2,833,366.06	\$ 3,900,140.55
2	2012	0.86344344	3039922.29	\$ 1,382,702.57	\$ 1,095,441.62	\$ 2,914,736.80	\$ 4,010,178.41
3	2013	0.86517033	3031334.3	\$ 1,420,160.23	\$ 1,124,873.21	\$ 2,998,451.77	\$ 4,123,324.98
4	2014	0.86690067	3022758.47	\$ 1,458,626.79	\$ 1,155,089.44	\$ 3,084,578.75	\$ 4,239,668.19
5	2015	0.86863447	3014194.76	\$ 1,498,129.22	\$ 1,186,111.04	\$ 3,173,187.46	\$ 4,359,298.50
6	2016	0.87037174	3005643.15	\$ 1,538,695.22	\$ 1,217,959.26	\$ 3,264,349.67	\$ 4,482,308.92
7	2017	0.87211248	2997103.59	\$ 1,580,353.23	\$ 1,250,655.90	\$ 3,358,139.20	\$ 4,608,795.10
8	2018	0.87385671	2988576.06	\$ 1,623,132.42	\$ 1,284,223.34	\$ 3,454,632.05	\$ 4,738,855.39
9	2019	0.87560442	2980060.52	\$ 1,667,062.74	\$ 1,318,684.55	\$ 3,553,906.39	\$ 4,872,590.94
10	2020	0.87735563	2971556.93	\$ 1,712,174.96	\$ 1,354,063.08	\$ 3,656,042.68	\$ 5,010,105.76
11	2021	0.87911034	2963065.25	\$ 1,758,500.63	\$ 1,390,383.10	\$ 3,761,123.72	\$ 5,151,506.82
12	2022	0.88086856	2954585.47	\$ 1,806,072.14	\$ 1,427,669.41	\$ 3,869,234.69	\$ 5,296,904.10
13	2023	0.8826303	2946117.54	\$ 1,854,922.76	\$ 1,465,947.46	\$ 3,980,463.27	\$ 5,446,410.73
14	2024	0.88439556	2937661.42	\$ 1,905,086.62	\$ 1,505,243.35	\$ 4,094,899.68	\$ 5,600,143.02
15	2025	0.88616435	2929217.1	\$ 1,956,598.75	\$ 1,545,583.85	\$ 4,212,636.74	\$ 5,758,220.59
16	2026	0.88793668	2920784.52	\$ 2,009,495.11	\$ 1,586,996.46	\$ 4,333,769.99	\$ 5,920,766.45
17	2027	0.88971255	2912363.66	\$ 2,063,812.61	\$ 1,629,509.35	\$ 4,458,397.75	\$ 6,087,907.10
18	2028	0.89149198	2903954.48	\$ 2,119,589.15	\$ 1,673,151.46	\$ 4,586,621.17	\$ 6,259,772.63
19	2029	0.89327496	2895556.95	\$ 2,176,863.61	\$ 1,717,952.45	\$ 4,718,544.35	\$ 6,436,496.80
20	2030	0.89506151	2887171.03	\$ 2,235,675.90	\$ 1,763,942.76	\$ 4,854,274.43	\$ 6,618,217.19

Fuente: Elaboración propia

**Tabla B.9: Costo total del sistema CHP y convencional**

Inversión sistema energético			
CHP TG 544 K/w y gasificador capacidad bruta	\$	1,300.00 dol/Kw	
		543.2 Kw	
	\$	706,160.00 dol	
		12 meses	\$ 8,473,920.00 inversión

Fuente: Elaboración propia



**Tabla B.10: Esquema financiero**

ESQUEMA FINANCIERO					
Tasa de interés del financiamiento			0.061		6 pagos iguales (anuales)
apalancamiento			0.8		
inversión inicial			\$ 8,473,920.00	\$ 6,779,136.00	inversión (préstamo del banco)
				\$ 1,694,784.00	inversión personal
durante la construcción					
intereses	amortización	pagos		saldo	
\$ 413,527.30	\$ -969,430.08	\$ -1,382,957.38	\$ 5,809,705.92		
\$ 354,392.06	\$ -1,028,565.32	\$ -1,382,957.38	\$ 4,781,140.60		
\$ 291,649.58	\$ -1,091,307.80	\$ -1,382,957.38	\$ 3,689,832.80		
\$ 225,079.80	\$ -1,157,877.58	\$ -1,382,957.38	\$ 2,531,955.22		
\$ 154,449.27	\$ -1,228,508.11	\$ -1,382,957.38	\$ 1,303,447.11		
\$ 79,510.27	\$ -1,303,447.11	\$ -1,382,957.38	\$ -		
	\$ -6,779,136.00	\$ -8,297,744.28			
		\$ 1,518,608.28			CANTIDAD EXTRA QUE SE PAGA AL BANCO
trema	18.00%				

Fuente: Elaboración propia

**Tabla B.11: Solo sistema CHP**

SOLO SE TOMA EN CUENTA CHP						
N°	ingreso total CHP	inversión	ingreso total CHP	Flujo neto sin pagos fijos	Flujo neto con pagos fijos	Resultado neto anual
			-\$ 8,473,920.00			-\$ 8,473,920.00
1	\$ 1,066,774.48		\$ 1,066,774.48	-\$ 7,407,145.52	-\$ 8,790,102.89	-\$ 316,182.89
2	\$ 1,095,441.62		\$ 1,095,441.62	-\$ 6,311,703.90	-\$ 9,077,618.66	-\$ 287,515.76
3	\$ 1,124,873.21		\$ 1,124,873.21	-\$ 5,186,830.69	-\$ 9,335,702.83	-\$ 258,084.17
4	\$ 1,155,089.44		\$ 1,155,089.44	-\$ 4,031,741.25	-\$ 9,563,570.77	-\$ 227,867.94
5	\$ 1,186,111.04		\$ 1,186,111.04	-\$ 2,845,630.21	-\$ 9,760,417.11	-\$ 196,846.34
6	\$ 1,217,959.26		\$ 1,217,959.26	-\$ 1,627,670.96	-\$ 9,925,415.23	-\$ 164,998.12
7	\$ 1,250,655.90		\$ 1,250,655.90	-\$ 377,015.06	-\$ 8,674,759.34	\$ 1,250,655.90
8	\$ 1,284,223.34		\$ 1,284,223.34	\$ 907,208.28	\$ 7,390,535.99	\$ 1,284,223.34
9	\$ 1,318,684.55		\$ 1,318,684.55	\$ 2,225,892.83	-\$ 6,071,951.44	\$ 1,318,684.55
10	\$ 1,354,063.08		\$ 1,354,063.08	\$ 3,579,955.91	-\$ 4,717,788.36	\$ 1,354,063.08
11	\$ 1,390,383.10		\$ 1,390,383.10	\$ 4,970,339.01	-\$ 3,327,405.26	\$ 1,390,383.10
12	\$ 1,427,669.41		\$ 1,427,669.41	\$ 6,398,008.43	-\$ 1,899,735.85	\$ 1,427,669.41
13	\$ 1,465,947.46		\$ 1,465,947.46	\$ 7,863,955.89	-\$ 433,788.39	\$ 1,465,947.46
14	\$ 1,505,243.35		\$ 1,505,243.35	\$ 9,369,199.24	\$ 1,071,454.96	\$ 1,505,243.35
15	\$ 1,545,583.85		\$ 1,545,583.85	\$ 10,914,783.09	\$ 2,617,038.81	\$ 1,545,583.85
16	\$ 1,586,996.46		\$ 1,586,996.46	\$ 12,501,779.55	\$ 4,204,035.27	\$ 1,586,996.46
17	\$ 1,629,509.35		\$ 1,629,509.35	\$ 14,131,288.90	\$ 5,833,544.63	\$ 1,629,509.35
18	\$ 1,673,151.46		\$ 1,673,151.46	\$ 15,804,440.36	\$ 7,506,696.09	\$ 1,673,151.46
19	\$ 1,717,952.45		\$ 1,717,952.45	\$ 17,522,392.81	\$ 9,224,648.54	\$ 1,717,952.45
20	\$ 1,763,942.76		\$ 1,763,942.76	\$ 19,286,335.57	\$ 10,988,591.30	\$ 1,763,942.76
<b>YPN</b>	\$ 6,533,534.67	<b>YPN</b>	-\$ 1,940,385.33		<b>YPN</b>	\$ 1,696,499.40

Fuente: Elaboración propia

**Tabla B.13: Esquemas económico y financiero**

ESQUEMA ECONOMICO		ESQUEMA FINANCIERO	
YPN	-\$ 1,940,385.33	YPN	-\$ 6,779,136.00
AE	-\$362,502.75	AE	-\$1,266,478.06
BC	0.771016799	BC	0.200202433
TIR	13.61%	TIR	5.88%
TIRM	16.48%	TIRM	10.47%
PR simple	7.293574371	PR simple	13.28818489

Fuente: Elaboración propia

**Tabla B.14: Sistema CHP + sistema convencional**

<b>SE TOMA EN CUENTA EL SISTEMA CHP + EL CONVENCIONAL</b>									
N°	Ingreso CHP + costo convencional = ahorro			inversión	AHORRO Conv. Vs CHP	Flujo neto sin pagos fijos	Flujo neto con pagos fijos	resultado neto anual	
	ingreso total CHP	Costo total convencional	Ahorro Conv. vs CHP						
					<b>inversión</b>	<b>-\$ 8,473,920.00</b>		<b>-\$ 8,473,920.00</b>	
1	\$ 1,066,774.48	\$ 2,833,366.06	\$ 3,900,140.55		\$ 3,900,140.55	-\$ 4,573,779.45	-\$ 5,956,736.83	\$ 2,517,183.17	
2	\$ 1,095,441.62	\$ 2,914,736.80	\$ 4,010,178.41		\$ 4,010,178.41	-\$ 563,601.04	-\$ 3,329,515.80	\$ 2,627,221.03	
3	\$ 1,124,873.21	\$ 2,998,451.77	\$ 4,123,324.98		\$ 4,123,324.98	\$ 3,559,723.94	-\$ 589,148.20	\$ 2,740,367.60	
4	\$ 1,155,089.44	\$ 3,084,578.75	\$ 4,239,668.19		\$ 4,239,668.19	\$ 7,799,392.13	\$ 2,267,562.61	\$ 2,856,710.81	
5	\$ 1,186,111.04	\$ 3,173,187.46	\$ 4,359,298.50		\$ 4,359,298.50	\$ 12,158,690.63	\$ 5,243,903.73	\$ 2,976,341.12	
6	\$ 1,217,959.26	\$ 3,264,349.67	\$ 4,482,308.92		\$ 4,482,308.92	\$ 16,640,999.55	\$ 8,343,255.28	\$ 3,099,351.54	
7	\$ 1,250,655.90	\$ 3,358,139.20	\$ 4,608,795.10		\$ 4,608,795.10	\$ 21,249,794.65	\$ 12,952,050.37	\$ 4,608,795.10	
8	\$ 1,284,223.34	\$ 3,454,632.05	\$ 4,738,855.39		\$ 4,738,855.39	\$ 25,988,650.04	\$ 17,690,905.76	\$ 4,738,855.39	
9	\$ 1,318,684.55	\$ 3,553,906.39	\$ 4,872,590.94		\$ 4,872,590.94	\$ 30,861,240.98	\$ 22,563,496.70	\$ 4,872,590.94	
10	\$ 1,354,063.08	\$ 3,656,042.68	\$ 5,010,105.76		\$ 5,010,105.76	\$ 35,871,346.74	\$ 27,573,602.46	\$ 5,010,105.76	
11	\$ 1,390,383.10	\$ 3,761,123.72	\$ 5,151,506.82		\$ 5,151,506.82	\$ 41,022,853.55	\$ 32,725,109.28	\$ 5,151,506.82	
12	\$ 1,427,669.41	\$ 3,869,234.69	\$ 5,296,904.10		\$ 5,296,904.10	\$ 46,319,757.66	\$ 38,022,013.38	\$ 5,296,904.10	
13	\$ 1,465,947.46	\$ 3,980,463.27	\$ 5,446,410.73		\$ 5,446,410.73	\$ 51,766,168.39	\$ 43,468,424.11	\$ 5,446,410.73	
14	\$ 1,505,243.35	\$ 4,094,899.68	\$ 5,600,143.02		\$ 5,600,143.02	\$ 57,366,311.41	\$ 49,068,567.13	\$ 5,600,143.02	
15	\$ 1,545,583.85	\$ 4,212,636.74	\$ 5,758,220.59		\$ 5,758,220.59	\$ 63,124,532.00	\$ 54,826,787.73	\$ 5,758,220.59	
16	\$ 1,586,996.46	\$ 4,333,769.99	\$ 5,920,766.45		\$ 5,920,766.45	\$ 69,045,298.46	\$ 60,747,554.18	\$ 5,920,766.45	
17	\$ 1,629,509.35	\$ 4,458,397.75	\$ 6,087,907.10		\$ 6,087,907.10	\$ 75,133,205.56	\$ 66,835,461.28	\$ 6,087,907.10	
18	\$ 1,673,151.46	\$ 4,586,621.17	\$ 6,259,772.63		\$ 6,259,772.63	\$ 81,392,978.19	\$ 73,095,233.91	\$ 6,259,772.63	
19	\$ 1,717,952.45	\$ 4,718,544.35	\$ 6,436,496.80		\$ 6,436,496.80	\$ 87,829,474.99	\$ 79,531,730.71	\$ 6,436,496.80	
20	\$ 1,763,942.76	\$ 4,854,274.43	\$ 6,618,217.19		\$ 6,618,217.19	\$ 94,447,692.18	\$ 86,149,947.90	\$ 6,618,217.19	
		<b>YPN</b>	<b>\$ 24,059,189.53</b>		<b>YPN</b>	<b>\$ 15,585,269.53</b>		<b>YPN</b>	<b>\$19,222,154.26</b>

Fuente: Elaboración propia

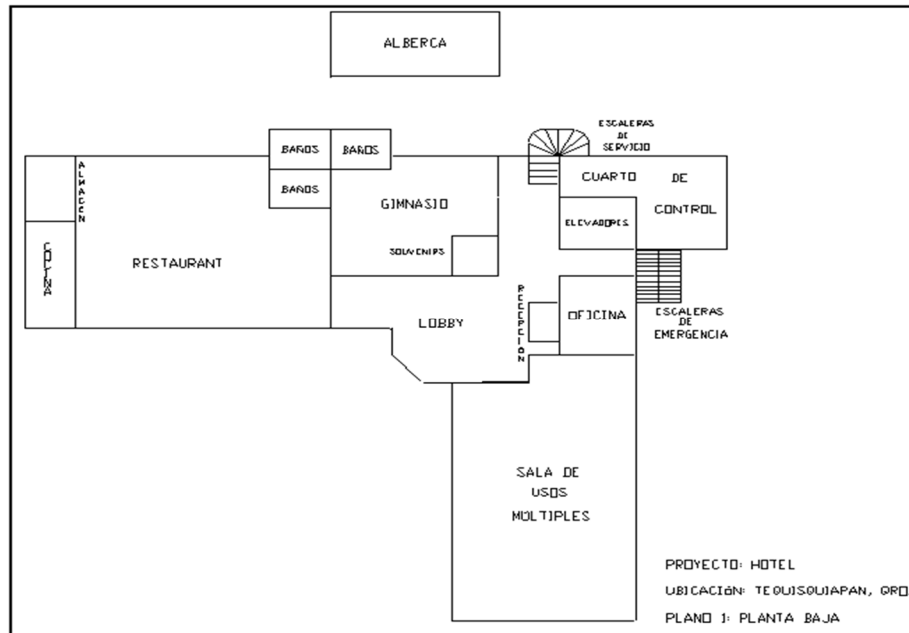
**Tabla B.15: Esquemas económico y financiero**

<b>ESQUEMA ECONOMICO</b>		<b>ESQUEMA FINANCIERO</b>	
<b>YPN</b>	\$ 15,585,269.53	<b>YPN</b>	\$17,527,370.26
<b>AE</b>	\$ 2,911,639.76	<b>AE</b>	\$ 3,274,462.98
<b>BC</b>	2.839204233	<b>BC</b>	2.268389867
<b>TIR</b>	48.82%	<b>TIR</b>	36.01%
<b>TIRM</b>	24.32%	<b>TIRM</b>	22.93%
<b>PR simple</b>	2.136686059	<b>PR simple</b>	3.206233056

Fuente: Elaboración propia

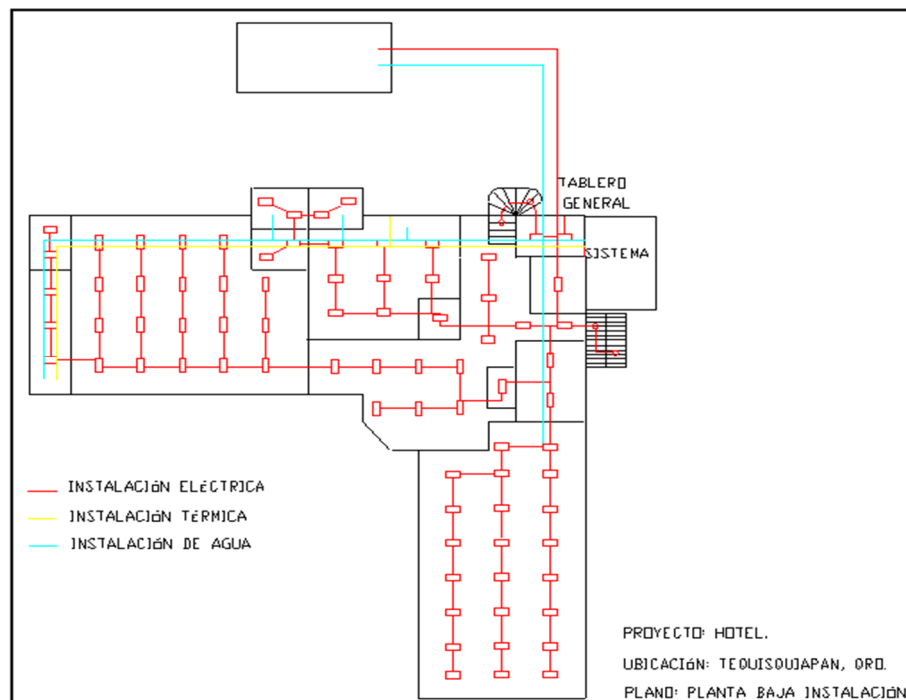
## ANEXO C: Planos generales del Hotel en Tequisquiapan, Querétaro.

Figura C.1: Plano general del hotel



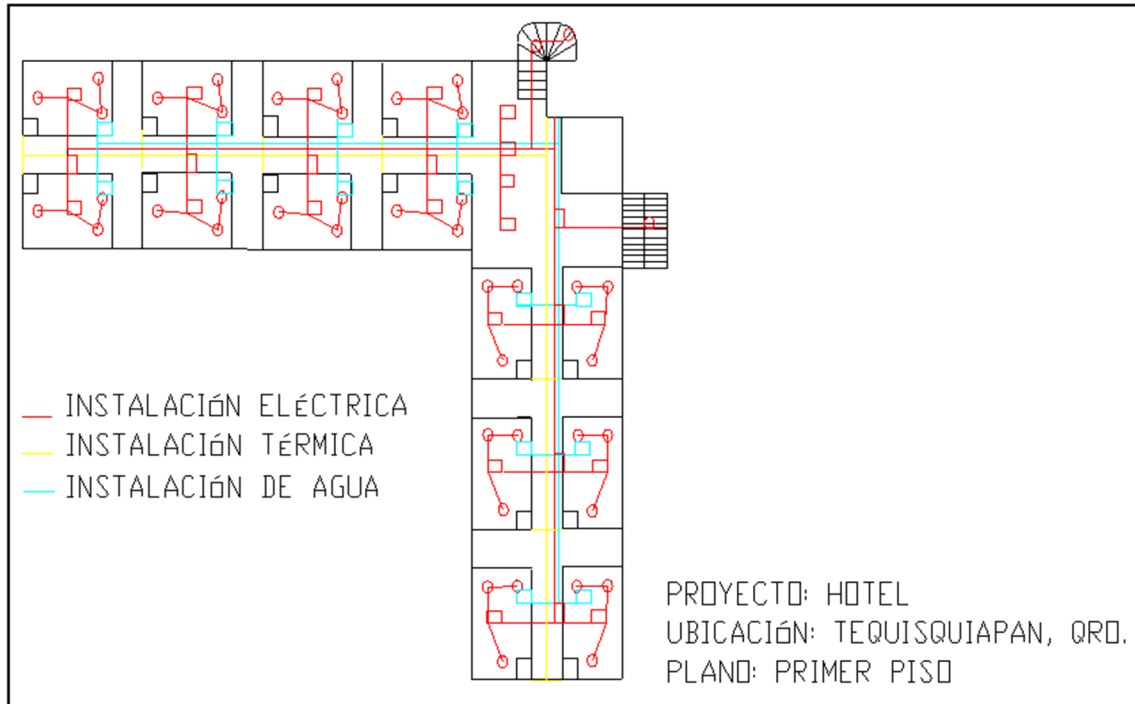
Fuente: Elaboración propia

Figura C.2: Plano de planta baja



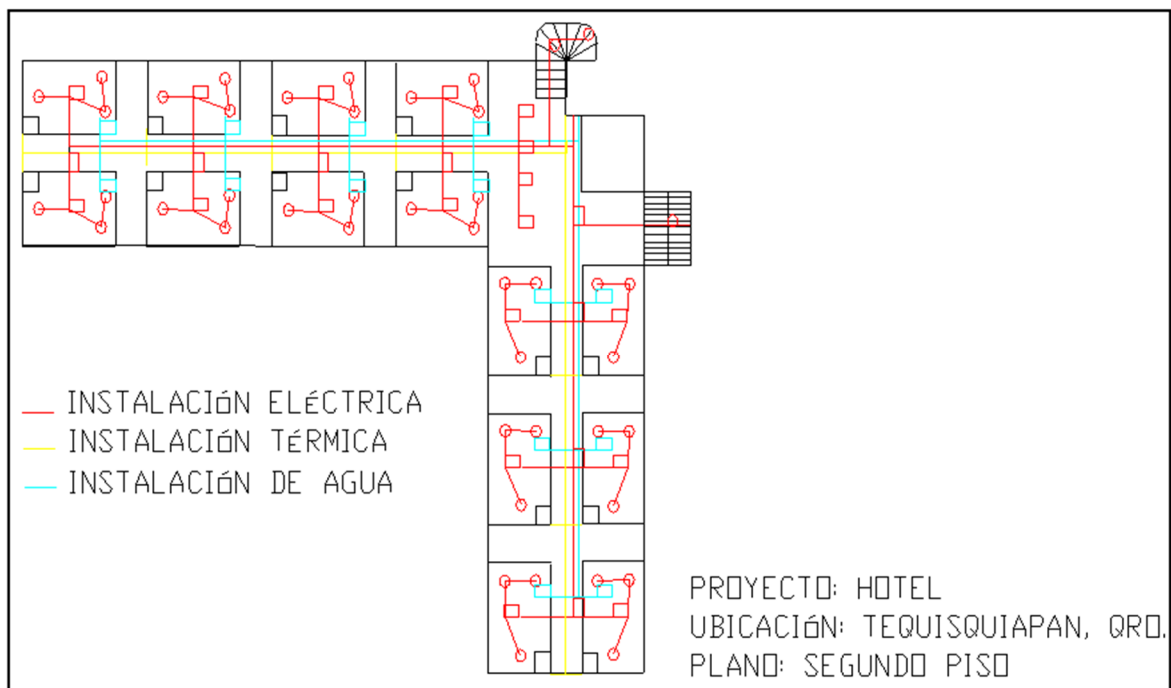
**Figura: Elaboración propia**

**Figura C.3: Plano primer piso**



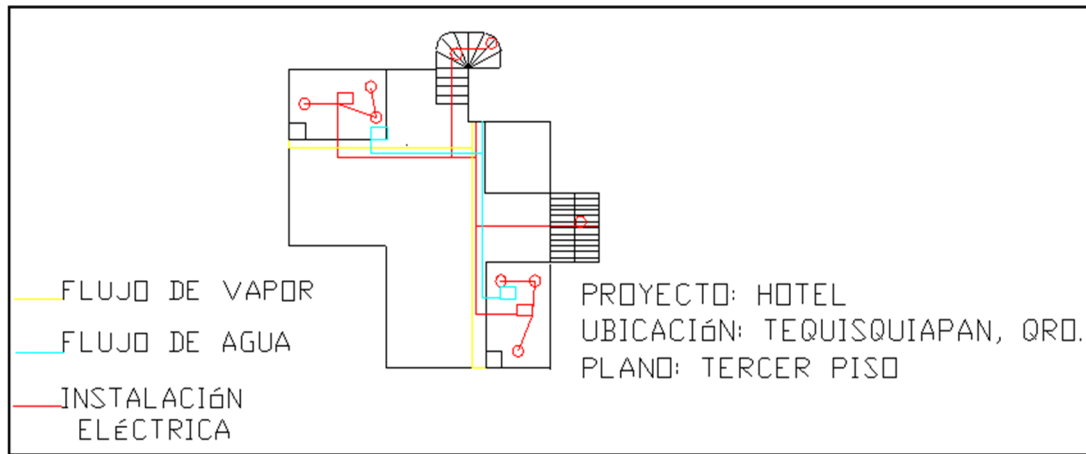
**Fuente: elaboración propia**

**Figura C.4: Plano segundo piso**



**Fuente: Elaboración propia**

**Figura C.5: Plano tercer piso**



**Fuente: Elaboración propia**

<b>Índice de figuras</b>		
<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>	
1.1	Central hidroeléctrica	14
1.2	Ciclo del agua	14
1.3	Energía solar	15
1.4	Energía eólica	16
1.5	Energía de biomasa	18
1.6	Energía mareomotriz	19
1.7	Equipo instalado en el mar	19
1.8	Energía geotermal	20
1.9	Cogeneración	21
1.10	Procesos Industriales	21
1.11	Sistema superior con de turbina de gas	22
1.12	Sistema superior de turbina de vapor	22
1.13	Sistema inferior con turbina de gas	23
1.14	Cogeneración con turbina de vapor	24
1.15	Cogeneración con turbina de gas	24
1.16	Cogeneración con ciclo combinado	25
1.17	Cogeneración con motor alternativo	25
1.18	Eficiencia y relación Q/E	26
1.19	Cogeneración vs cogeneración convencional	26
1.20	Central hidroeléctrica Krasnoyarsk, Rusia.	30
1.21	Central termoeléctrica Velilla, España.	30
1.22	Central nuclear Cattonen, Francia.	30
1.23	Central geotérmica Puhagen, Filipinas.	31
1.24	Modo de transformación, subestación Río escondido; Coahuila.	32
1.25	Líneas de transmisión	33
1.26	Sistemas de distribución, subestación Teotihuacán, Estado de México.	35
1.27	Sistemas de control e instrumentación en una subestación	36
1.28	Acometida	38
1.29	Transmisión de la energía eléctrica	39
1.30	Tubo conduit	42
1.31	Ductos	42
1.32	Charolas	42
1.33	Sistemas de iluminación	45
1.34	Sistemas de monitoreo y medición	46
1.35	Diagrama DTI (realizado con le programa Autocad)	47
1.36	Principales centros de consumo de agua caliente	48
1.37	Sistema chiller	50
1.38	Sistema de refrigeración	51
1.39	Tipo de alberca prototipo	51
2.1	División política del Estado de Querétaro	53
2.2	Lugar de construcción	54
2.3	Esquema de la instalación térmica	70
2.4	Simulación de balance preliminar de flujos	71
2.5	Simulación de balance preliminar de flujos	71
3.1	Planta de gasificación	83
3.2	Planta de incineración	84
3.3	Proceso de metanización	85
3.4	Esquema básico de la producción de biogás	86
3.5	Esquema básico de un biodigestor	87

3.6	Cuatro tiempos del motor de combustión interna	88
3.7	Planta de combustión interna	89
3.8	Funcionamiento de una turbina	89
3.9	Esquema de estructura del gasificador	96
3.10	Esquema del equipo de generación eléctrica (turbina de gas)	97
3.11	Esquema del evaporador	97
3.12	Esquema del economizador	98
3.13	Esquema de la chimenea	98
3.14	Esquema del cabezal o maniful	99
3.15	Esquema del sistema de aire acondicionado	100
3.16	Esquema del sistema de alberca	101
3.17	Esquema de distribución a regaderas, cocina, lavabos y lavandería.	101
3.18	Esquema de la estructura del boiler	103
3.19	Esquema de la chimenea	104
3.20	Esquema del cabezal o maniful	104
3.21	Esquema del sistema de aire acondicionado	105
3.22	Esquema del sistema de la alberca	106
3.23	Esquema de distribución a regaderas, cocina , lavabos y lavandería	107

### Índice de tablas

Tabla	Descripción	
1.1	Potencial de biomasa en México	18
1.2	Ventajas y desventajas de un sistema de cogeneración	23
1.3	Tipos de tecnología relación Q/E	25
1.4	Rendimiento energético	28
1.5	Cargas de alumbrado	43
2.1	Materiales para construcción	55
2.2	Parámetros de confort	59
2.3	Consumo eléctrico	61
2.4	Cargas por fase	61
2.5	Necesidades de agua caliente	64
2.6	Necesidades de aire acondicionado	65
2.7	Resultados	65
2.8	Resultados	65
2.9	Resultados de las necesidades de agua caliente	66
2.10	Consumo de agua caliente	67
2.11	Resultados	67
2.12	Resultados	68
2.13	Resultados	69
2.14	Resultados	69
2.15	Demanda eléctrica total	69
2.16	Maíz de grano (riego)	72
2.17	Maíz forrajero	72
2.18	Jitomate	73
2.19	Sorgo (grano)	73
2.20	Avena forrajera	73
2.21	Maíz de grano (temporal)	74
2.22	Frijol	74
2.23	Alfalfa verde	74
2.24	Volumen de producción en miles de toneladas	75
3.1	Conversión de la biomasa	81

3.2	Transformación de procesos	82
3.3	Transformación de procesos	83
3.4	Poder calorífico de combustibles	90
3.5	Comparación de las diferentes tecnologías de cogeneración	94
3.6	Resultados del proceso	96
3.7	Parámetros contemplados en el diseño	96
3.8	Resultados del proceso	97
3.9	Resultados del proceso	98
3.10	Resultados del proceso	98
3.11	Resultados del proceso	99
3.12	Resultados del proceso	99
3.13	Resultados del proceso	100
3.14	Resultados del proceso	101
3.15	Resultados del proceso	102
3.16	Resultados obtenidos de la simulación en el programa Thermoflex	102
3.17	Resultados del proceso	103
3.18	Parámetros que se contemplan en el diseño	103
3.19	Resultados del proceso	104
3.20	Resultados del proceso	105
3.21	Resultados del proceso	106
3.22	Resultados del proceso	106
3.23	Resultados del proceso	107
3.24	Resultados obtenidos con de la simulación con el programa Thermoflex	107
4.1	Tabla de poderes caloríficos de combustibles	111
4.2	Datos generales	116
4.3	Resumen de cálculos el sistema convencional parte 1	119
4.4	Resumen de cálculos el sistema convencional parte 2	119
4.5	Inversión total	120
4.6	Costos de adquisición e instalación de calderas TH 150 psi	120
4.7	Resultados obtenidos del sistema CHP + convencional parte 1	125
4.8	Resultados obtenidos del sistema CHP + convencional parte 2	125
4.9	Inversión total	126
4.10	Resultados de la inversión	126
4.11	Cálculo con sistema CHP	127
4.12	Comparación de los esquemas	127
4.13	Cálculo con sistema CHP + convencional	128
4.14	Comparación de los esquemas	128
1.15	Evaluación económica solo CHP	129
4.16	Evaluación financiera solo CHP	130
4.17	Evaluación económica solo CHP + convencional	131
4.18	Evaluación financiera solo CHP + convencional	132



## Glosario de términos

**Acometida:** Derivación que conecta la red del suministrador de energía eléctrica a las instalaciones del usuario. Se aplica también al punto o lugar de alimentación a equipos o subestaciones eléctricas

**Aire acondicionado:** Término que comúnmente se utiliza para definir que un recinto o lugar cuenta con enfriamiento de aire.

**Apartarrayos:** Dispositivo de protección que limita las sobre tensiones transitorias en los circuitos y equipos eléctricos, descargando la sobre corriente transitoria asociada; previene el flujo continuo de corriente a tierra y es capaz de repetir esta función.

**Bases de usuario:** Documentación en la que se establecen las necesidades de servicio por parte del usuario y el alcance general de los trabajos a desarrollar por parte del prestador de servicios.

**Bases de diseño:** Documentación basada en los requerimientos establecidos en las bases de usuario y es el conjunto de información técnica específica requerida para la elaboración de un proyecto.

**Bases técnicas de licitación:** Es el compendio de los documentos que contienen los requisitos técnicos referente a los trabajos que se va a desarrollar, con los que deben cumplir los interesados en participar en la licitación

**Bioenergía:** Energía que se obtiene de materia de origen biológico.

**Biogás:** Son los gases creados por la fermentación anaeróbica de materiales biológicos.

**Bombas de circulación de agua:** Unidad encargada de impulsar agua a una instalación térmica.

**Caja para tubería (condulet):** Caja diseñada para proporcionar acceso al interior del tubo a través de una o más cubiertas removibles.

**Caldera:** Artefacto destinado a transferir al agua el calor liberado por la combustión.

**Calefacción:** Proceso que aporta calor a un lugar o recinto.

**Calefactor:** Artefacto destinado a generar calor y entregarlo al ambiente para elevar la temperatura de éste.

**Canalización:** Canal cerrado o abierto de materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñados para contener conductores eléctricos.

**Conductor de puesta a tierra:** Conductor utilizado para conectar a tierra un equipo o el circuito de un sistema de alumbrado, al electrodo o electrodos de puesta a tierra.

**Conector (conectador) tipo compresión:** Dispositivo mecánico que se usa para unir dos conductores eléctricos en el cual la presión para fijar el conector se aplica externamente, modificando el tamaño y la forma del conector y del conductor.

**Charola:** Es una sección o conjunto de secciones y accesorios, que forman un sistema estructural rígido abierto, metálico o no metálico para soportar y alojar conductores eléctricos.

**Climatización:** Acción y efecto de climatizar, es decir, dar a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad relativa, pureza del aire y a veces presión, necesarias para el bienestar de las personas y/o conservación de productos; la climatización comprende las áreas de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

**Empalme:** Dispositivo cuya función es asegurar la continuidad eléctrica y mecánica de dos tramos de conductores

**Cogeneración:** Es la producción secuencial de energía eléctrica y/o mecánica y energía térmica aprovechable en los procesos industriales a partir de una misma fuente de energía primaria.

**Fan-coil:** Unidad de tratamiento térmico de aire de bajo caudal, compuesto por filtros, serpentín de enfriamiento y/o calefacción y ventiladores, se utiliza en espacios reducidos.

**Manejadora de aire (UMA-UTA):** equipo de tratamiento térmico para aire, compuesto por filtros, serpentín de enfriamiento y/o calefacción y ventiladores.

**Máquina enfriadora (Chiller):** Unidad que enfría un fluido portador, como por ejemplo agua para alimentar unidades interiores de climatización (unidad manejadora de aire, fan-coil).

**Memorias de cálculo:** Son los cálculos de ingeniería de diseño que se realizan y que sirven de base para el desarrollo de la ingeniería básica y de detalle y permiten definir las especificaciones de equipos y materiales.

**Pararrayos:** Dispositivo de protección contra las descargas atmosféricas que se conecta directamente a tierra, sin interconexión al sistema eléctrico.

**Poder calorífico bruto (PCB):** Es la cantidad total de energía contenida en el combustible. Sin embargo la mayoría de los combustibles contiene hidrógeno, que durante el proceso de combustión se mezcla con el oxígeno del aire para formar agua, la cual se disipa en vapor.

**Poder calorífico neto (PCN):** Es la cantidad de calor que se produce en la combustión, con exclusión de calor no recuperable; equivale al calor del proceso de combustión que se aprovecha en la práctica. Para el carbón (sólidos) y los combustibles líquidos es un 5% menor que el PCB, para las diversas modalidades de gas natural y procesados es del 10 %, mientras que en la electricidad no hay diferencia alguna entre PCB y PCN

**Pirolisis:** Ruptura por calor o descomposición térmica en ausencia de oxígeno

**Red de tierras:** Es una red de protección usada para establecer un potencial uniforme en y alrededor de alguna estructura metálica, líneas de proceso y equipos. Está unido sólidamente a electrodos de tierra.

**Resistencia de conexión a tierra:** Es la resistencia de conexión a tierra del sistema, medida respecto a una tierra remota, o ala determinada por la formula de Laurent.

**Resistividad del suelo:** Es la resistencia por unidad de longitud, específica del terreno, determinada en el lugar donde se localiza o se va a localizar el sistema a tierra.

**Tierra (suelo):** Elemento de dispersión o atenuación de las corrientes eléctricas.

**Torre de enfriamiento:** Unidad de enfriamiento que evapora el agua, utilizada para disipar calor al medio ambiente.

**Unidad condensadora:** Unidad que condensa el fluido refrigerante para alimentar las unidades evaporadoras.

**Unidad evaporadora:** Unidad de tratamiento de aire compuesto por filtros, serpentinas de expansión directa y ventiladores.

## **Símbolos**

Los símbolos de unidades de medida que se utilicen deben de cumplir con la NOM-008-SCFI de acuerdo con lo siguiente:

<b>A</b>	Ampere
<b>°C</b>	Grado centígrado
<b>d</b>	Día
<b>Ω</b>	Ohm
<b>h</b>	Hora
<b>Hz</b>	Hertz
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>K</b>	Kelvin
<b>lm</b>	lumen
<b>Lx</b>	Lux
<b>m</b>	Metro
<b>s</b>	Segundo
<b>V</b>	Volt
<b>W</b>	Watt

## Abreviaturas

<b>ACSR</b>	Aluminum Conductor Steel Reinforced (Conductor de aluminio reforzado con acero)
<b>ANCE</b>	Asociación de Normalización y Certificación, A.C.
<b>ANSI</b>	American National Standards Institute (Instituto Americano de Normas Nacionales)
<b>API</b>	American Petroleum Institute (Instituto Americano del Petróleo)
<b>AWG</b>	American Wire Gauge (Calibre Americano de Conductores)
<b>CC</b>	Caballos de caldera
<b>CP</b>	Caballos de potencia (Horse power)
<b>c.a.</b>	Corriente alterna
<b>c.c.</b>	Corriente directa
<b>CCM</b>	Centro de control de motores
<b>CFE</b>	Comisión Federal de Electricidad
<b>CONUEE</b>	Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía
<b>f.p.</b>	Factor de potencia
<b>ICEA</b>	Insulated Cable Engineers Association (Comisión de Ingenieros de Cables Aislados)
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional)
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica)
<b>ISA</b>	Instruments Standards Association (Asociación de Normas de Instrumentos)
<b>kV</b>	Kilovolt
<b>kVA</b>	Kilovoltampere
<b>kW</b>	Kilowatt
<b>kWh</b>	Kilowatt-hora
<b>LED</b>	Light Emissor Diode (Diodo emisor de luz)
<b>MVA</b>	Megavoltampere
<b>MW</b>	Megawatt
<b>NEMA</b>	National Electrical Manufactures Association (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos)
<b>NESC</b>	National Electric Safety Code (Código Eléctrico de Seguridad)
<b>NFPA</b>	National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección Contra Incendios)
<b>NMX</b>	Norma Mexicana
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana
<b>PEMEX</b>	Petróleos Mexicanos
<b>r/m</b>	Revoluciones por minuto
<b>RTD</b>	Resistance Thermal Detector (Detector térmico por resistencia)
<b>SCD</b>	Sistema de control distribuido
<b>THHN-</b>	Aislamiento termoplástico con cubierta de nylon reistente al calor y ala propagación
<b>THWN</b>	a la flama-termoplástico con cubierta de nylon reistente a la humedad al calor y a la propagación a la flama
<b>THWN-</b>	Aislamiento termoplástico resistente a la humedad al calor y ala propagación de
<b>LS</b>	incendios, y emisión reducida de humos y gas ácido
<b>UL</b>	Underwriters Laboratories (Laboratorio de aseguradores)
<b>UVIE</b>	Unidad verificadora de instalaciones eléctricas
<b>Icc</b>	Corriente de corto circuito
<b>s.n.m.</b>	Sobre el nivel del mar