

MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL.

Reflexiones sobre la viabilidad de su utilización en la construcción de viviendas

Baudilio González (*)

* Profesor agregado-Investigador de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV.

Se corre el riesgo de ser calificado de elemental, al incluir en una revista orientada hacia las innovaciones y desarrollo tecnológico, un artículo sobre la utilización de la Mampostería, dada la naturaleza convencional de esta técnica cuyos orígenes se remontan en el tiempo hasta varios años antes de la era cristiana. Sin embargo nuestra preocupación por la optimización de los procesos de construcción y la utilización adecuada de los materiales, en estos momentos de dificultad financiera, en una Escuela de Arquitectura de indudable responsabilidad en la formación de profesionales en el campo de la construcción, han motivado estas reflexiones cuyo objetivo básico es replantear el tema como medio para optimizar los procesos de construcción de edificaciones en el campo residencial.

El artículo se fundamenta en nuestra experiencia de los últimos tres (3) años en el ejercicio profesional utilizando el Sistema; las indagaciones para justificar su viabilidad y su estructura, con base al establecimiento de las hipótesis sobre el desuso de la técnica de Mampostería en Europa y nuestro País, y por otra parte, el establecimiento de las bases que nos permiten pronosticar, la divulgación que en los próximos años tendrá dicha técnica.

Desde el Medio Oriente la tecnología del ladrillo se transfiere a Italia, según algunos estudiosos de la materia, a los Etruscos y de allí a los Romanos. El

Medioevo se construye totalmente en ladrillo y los juicios históricos negativos, sobre este período han influenciado las críticas sobre su Arquitectura; recientemente se han revalorizado estos juicios, básicamente en sus aspectos: compositivo; formales; espaciales; pero no hacia los materiales con que fueron ejecutadas estas obras. El Gótico italiano que es de ladrillo, plantea la simbiosis entre los elementos arquitectónicos de una cultura y la concepción del espacio de otra, en este caso se trata de dos culturas contemporáneas y lejanas geográficamente, en contraposición con el renacimiento italiano, cuyas culturas coinciden geográficamente, sin embargo, son lejanas en el tiempo. En el caso del Gótico la síntesis es, entre la arquitectura y la construcción en el renacimiento y entre los elementos arquitectónicos y la composición.



En el renacimiento italiano comienza la separación entre aspectos arquitectónicos y aspectos constructivos, lo cual aún pesa en la actualidad, en la manera de concebir la arquitectura y condiciona negativamente la práctica profesional y la formación de nuestros futuros arquitectos.

La inestabilidad política del Medioevo conspira con la producción de ladrillos, las consideraciones sobre la necesaria estabilidad de los medios de producción para obtener el material, en contraposición con los cambios de poder de los señores feudales parecen atentar contra el desarrollo de esta incipiente actividad, todavía artesanal. El ladrillo se ejecuta mediante un proceso largo, que va desde la búsqueda y transporte de la materia prima, hasta el moldeado y horneado de las piezas, las cuales, una vez producidas deben ser

usadas como tal. En consecuencia, no son en ningún modo reciclables, por lo cual la inestabilidad política y económica provoca, inevitablemente, la declinación de la producción.

Durante el facismo el ladrillo es subestimado, la orientación del régimen hacia la monumentalidad, consigue en la piedra y el mármol su principal vehículo de propaganda; sin embargo, el pueblo sobrevive construyendo sus casas en ladrillo y comienza a utilizarlo como elemento estructural.

Se inicia posteriormente la era del concreto armado, sin embargo, conviene citar a Pernet en su "Contribución a una teoría de la Arquitectura" "La armadura está al edificio como el esqueleto a los animales; como el esqueleto del animal, rítmico, equilibrado, simétrico, contiene y sostiene los órganos más variados y diferentemente situados, así la estructura del edificio debe ser compuesta rítmica, equilibrada y también simétrica". Era natural que la armadura portante se desarrollara en el siglo pasado con el uso del acero y transferida posteriormente a la tecnología del concreto armado en la solución de edificaciones de varios pisos, la libertad organizativa de los espacios no obstaculizada por paredes de carga, sino por delgadas columnas, y la libertad compositiva derivada de la posibilidad de ejecutar volados, es decir "dar movimiento" a la volumetría del edificio hizo presa fácil de proyectistas porque daban "libertad a sus inventivas". Esta situación coincide con las peticiones laborales de mejoras en las condiciones de trabajo, y la posibilidad de dar cobertura rápidamente a los edificios, permitía trabajar en condiciones de control climático y atmosférico.

Estos dos aspectos contribuyeron aún más a separar la función Estructural de la función de cerramiento. El movimiento moderno hace propio los cinco principios de Corbusier: estructura autónoma; planos libres; pilotes; ventanas en hilera; y, techo-terraza; los cuatro primeros puntos, definitivamente, conducen al entierro definitivo de la Mampostería Estructural. Se opinaba además que sobre la Mampostería estructural, no se podría decir nada que no fuese ya dicho y por ese motivo

no presentaba un interés, bajo el perfil de la capacidad de cálculo de los ingenieros o calculista. En el campo formativo casi todos los textos, y manuales de construcción en la mayoría de los casos, se refieren al ladrillo brevemente, dedicados al proceso de producción y no a las posibilidades de utilización; muchos estudiantes, superado el examen de construcción, quedaron convencidos que en el difícil mundo del ejercicio profesional, nunca habrían de considerar la hipótesis de un intenso uso del ladrillo, por cuanto desarrollarían sus propuestas arquitectónicas fundamentalmente en tecnologías más avanzadas, sin embargo, el tiempo ha demostrado que este tipo de construcción no limitó la fantasía del proyectista para afrontar diversas situaciones arquitectónicas, en efecto: arcos rampantes y contrafuertes; representaron la técnica de constructores para absorber esfuerzos y reforzar la capacidad portante de la Mampostería manifestando para la posteridad un sólido conocimiento de las técnicas de construcción.

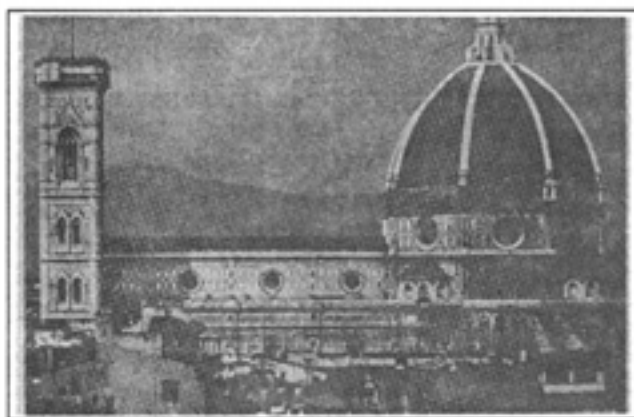
El uso de la Mampostería de ladrillo se cubre de una apariencia de bajo nivel profesional; sin embargo, las consideraciones posteriores demuestran que esta técnica puede estar cargada de significado en el lenguaje arquitectónico y en el campo de las grandes realizaciones.

Seguidamente exponemos un listado de ejemplos que aseveran este planteamiento:

Seguramente el edificio más atrevido estructuralmente, construido en Mampostería es la Catedral de Santa Sofía en Estambul; en el Bizantino el uso de la mampostería presenta niveles de calidad nunca antes visto.

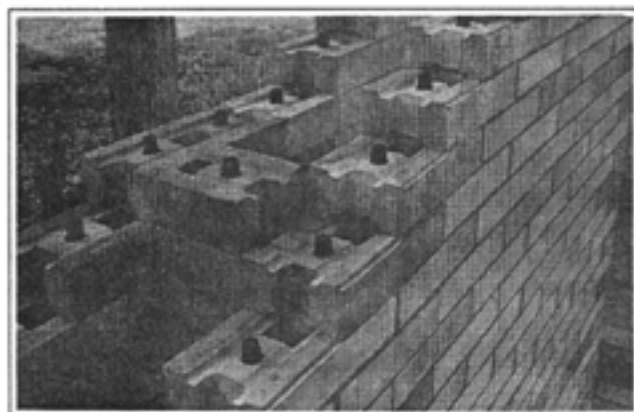
La cúpula de Santa María de Fiore de Brunelleschi representa uno de los casos que aún se estudia, para deducir teorías que permitan profundizar sobre lo osado de esta técnica, que permitió la construcción de este edificio en el año 1420, y que en los dieciséis años que duró su construcción, fué duramente criticado por especialistas quienes aseguraban que la cúpula se caería en poco tiempo. Actualmente, el Instituto de

Materiales y Modelos de Florencia, estudia las 597 grietas que se abren y cierran misteriosamente; al efecto se han colocado "deformómetros" y "nivelómetros" para establecer los movimientos, los cuales eran recogidos en una computadora para registrar los datos y de esta manera se podrá seguir la "respiración" de la cúpula, para establecer si estas grietas han nacido con la cúpula, o si obedecen a situaciones posteriores a su construcción.



Los estudios efectuados por los arquitectos del London Country Council, sobre las paredes cruzadas en bloque, han permitido perfeccionar técnicas constructivas que han contribuido a la reconstrucción de ese país en la postguerra.

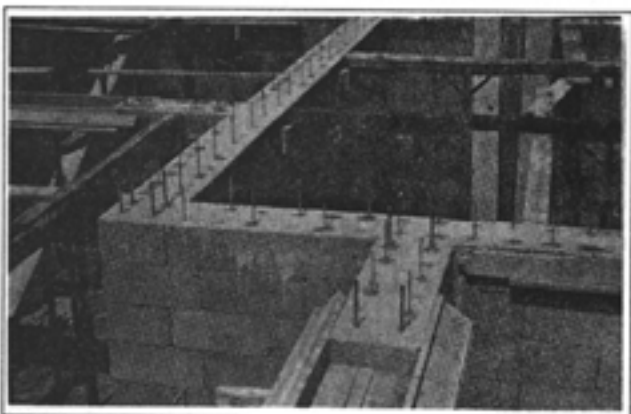
En Italia, al inicio de los años sesenta, el trabajo sobre optimización de los tabiques portantes de mampostería y la realización de un edificio, el Cavedone en Bolonia, obra de Benevolo y Victoriani, representa uno de los ejemplos más completos en Mampostería Estructural.



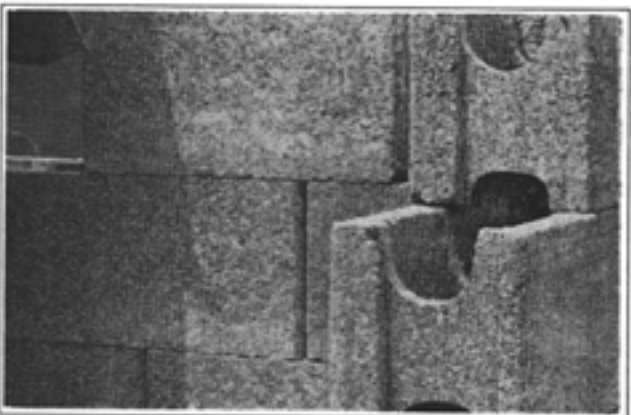
SISTEMA DE PAREDES KEYBRICK



SISTEMAS DE PANELES ESTRUCTURTALES
ARMADOS CON BLOQUES POROTON



SISTEMAS DE PANELES DE BLOQUES DE
BLOQUES DE DESECHO



SISTEMAS DE PANELES ESTRUCTURTALES
AZ-AMPEL

Este alto desarrollo de la mampostería estructural, en Italia, lo colocan como País a la vanguardia en la utilización de este sistema de construcción, al efecto las gráficas de los distintos sistemas utilizados en este País así lo demuestran.

Sin embargo la aparición del Sistema Túnel, de concreto armado, y los grandes paneles

prefabricados, sin proponérselo, plantea la vieja discusión sobre la flexibilidad, de los cuales uno de los más fervorosos defensores fué Alexander con su teoría de "cada casa debe ser personal en función de las individualidades de sus habitantes". En oposición a esta teoría no es la concepción de estructura continua o muro portante la que limita la flexibilidad de diseño sino el material con el que se ejecuta; se "descubre" que sólo unas pocas áreas de las viviendas son requeridas para modificaciones posteriores, y los arquitectos empiezan a plantearse la idea que los problemas distributivos deben resolverse no obstante la presencia obstaculizante de las paredes estructurales. Parodiando a Alexander, no sería ese material que se pudiera: cortar, modificar, pintar, taladrar y sustituir, intensamente buscado para apoyar su teoría, precisamente EL LADRILLO?

No escapa nuestro País a estas situaciones en el campo de la construcción; si leemos la obra del Profesor Leszek Zawisza "Arquitectura y Obras Públicas en Venezuela siglo XIX", toda la construcción en esta época se realiza con la técnica de Mampostería; como ejemplo de edificio público construido en el año 1871 "El Capitolio", es de lo más representativo.



Alrededor de 1874 se ejecuta el primer desarrollo masivo de viviendas (500) con la técnica de Tapia y Rafa, que no es más que un sistema de muro de tapial reforzado con machones construidos en mampostería. En 1912, con la construcción del Archivo General de la República se da inicio a la era del Concreto Armado. En esta fecha se inicia, a nuestro juicio, otro momento de declinación en el

uso de la Mampostería. Si revisamos el cambio de los planes de estudio de la Academia de Matemáticas, génesis de la Escuela de Ingeniería, observaremos una tendencia a minimizar las asignaturas de construcción y un incremento en las relativas al cálculo.



Entonces, la gran pregunta es: ¿En qué apoyamos nuestra hipótesis del uso intensivo que tendrá la Mampostería Estructural en los próximos años?.

Una primera línea se refiere a nuestras actividad de la Construcción, y conduce a la estructura de las empresas, las cuales cada día se apoyan más en el subcontratista para ejecutar las obras; la falta de perspectiva de grandes obras favorece el traslado de la mano de obra hacia pequeñas empresas individualizadas que, mediante el uso de técnicas "tradicionales" requieran de materiales y componentes de fácil obtención y de sencilla manipulación. No más a los grandes talleres grúas y gatos hidráulicos, el cementerio de estas plantas se pueden observar en cualquier región del País. Se trata entonces de lograr autonomía empresarial mediante la formación de unidades de trabajadores disponibles para el destajo y el subcontrato.

Una segunda línea corresponde a las demandas de los usuarios, las solicitudes de viviendas en hilera, de baja altura, y marcada tendencia hacia lo individual, la calidad del habitat. Las exigencias hacia los tipos constructivos de pequeñas dimensiones con posibilidades de crecimiento, y formas tradicionales, parecen apuntar a la Mampostería como factible de participar en el proceso. Las áreas de viviendas "informales" que

rodean nuestras ciudades constituidas en Mampostería, pareciera reforzar esta hipótesis.

La tercera línea comprende la resistencia de nuestros calculistas hacia una técnica con gran número de ejemplos "prácticos" pero con poco apoyo "científico". Con esta técnica, la preocupación por el Sistema Aporticado ha llevado a nuestros constructores a descuidar el proceso de ejecución de paredes, la única norma existente en el país, a estos efectos, no ha sido revisada desde el año 1987; esta situación ha determinado incrementos en la subutilización de materiales en la ejecución de muros de Mampostería, por el desperdicio de la capacidad portante de las paredes. Un ejemplo que ilustra gráficamente este planteamiento, se refiere al peso del techo de una vivienda unifamiliar de un planta, el cual es tres veces menor que el peso de las paredes; sin embargo, todas las previsiones de cálculo se establecen para la estructura del techo y ninguna para la de las paredes. Estas consideraciones han motivado al IMME de la UCV., a adelantar un proyecto de investigación sobre el uso de la Mampostería, con lo cual se podrá contar en breve tiempo con los parámetros que permita a nuestros calculistas afrontar el reto de proponer soluciones estructurales para muros portantes de Mampostería que responden a la naturaleza del material y no a la reutilización de criterios de estructura puntiformes, adaptadas al uso de elementos disímiles como son: el bloque y el mortero, componentes básicos de la técnica de ejecución de paredes.

Finalmente, resumiremos nuestra experiencia profesional en el campo como ilustración de uno de los caminos a seguir.

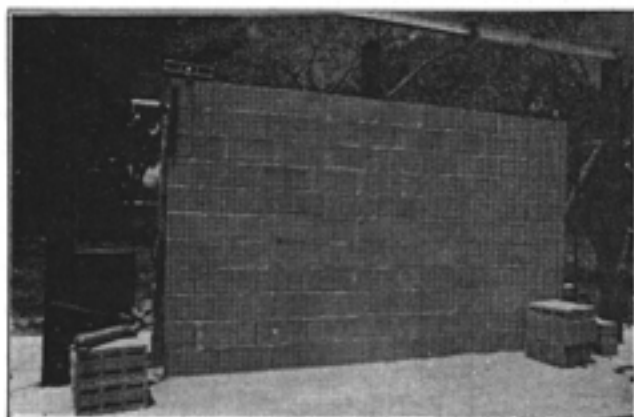
Las investigaciones que comenzamos en el Estado Lara fueron posibles por el apoyo de la empresa BYCA, la cual se dedica a la promoción y construcción de viviendas de interés social; dicha empresa, motivada por el incremento de costos de las viviendas y la existencia de un techo de financiamiento establecido en Decretos Presidenciales, decidió apoyar los estudios, ensayos y construcción de Prototipos, con el objetivo de disminuir costos y, de esta manera, no alterar el precio final de las viviendas.

Por otra parte, la participación de las Universidades como la UCOLA y la UCAB permitió adelantar trabajos de grado de estudiantes preocupados por el tema. Estos trabajos fueron: "MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL COMO PARTE INTEGRAL DE LOS ELEMENTOS PORTANTES PARA EDIFICACIONES DE VIVIENDA DE UNA PLANTA", autora: Yelitza Sierralta, 1985. "ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE MAMPOSTERIA POSTENSADA CON LA MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL EN VIVIENDAS DE UN SOLO NIVEL", autores: Walter Fioretti y Claudio Rasetta, 1986. "MAMPOSTERIA POSTENSADA CON BLOQUES DE ARCILLA COMO SISTEMA ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS DE UN SOLO NIVEL", autores: Angela Birardi y José Requena, 1988; y "PROPUESTA DE UNA METODOLOGIA DE ANALISIS Y DISEÑO PARA EDIFICACIONES SISMO RESISTENTES DE MAS DE UN NIVEL UTILIZANDO EL SISTEMA DE MAMPOSTERIA", autores: Nedy Ortet y Pedro Cerdá, 1988.

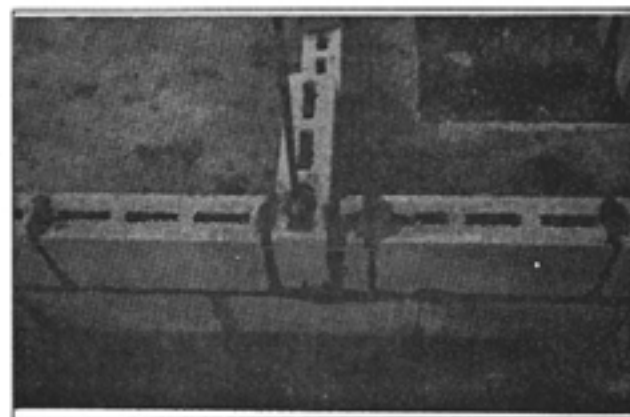
y materiales. Esta evaluación permitió al promotor decidir sobre la utilización del Sistema en forma masiva, actualmente se han ejecutado setecientos cincuenta (750) viviendas con el sistema de Mampostería Estructural en viviendas de una planta y se han iniciado ciento cincuenta (150) viviendas de dos plantas con el sistema de Mampostería Confinada, lo cual permite asegurar que Cabudare es el Distrito del País PIONERO en el uso de este sistema constructivo.



EJECUCION DE PAREDES
SE OBSERVA EL ESFUERZO METALICO



ENSAYO DE MURO A ESCALA NATURAL



DETALLE DE TRABA

Los resultados de estas tesis de grado representan el elemento teórico más importante de esta investigación. La metodología empleada fué la de evaluación del Modelo representada por una vivienda de una planta construida bajo el sistema aporticado metálico y de concreto. Esta evaluación, básicamente, se orientó a la cuantificación de materiales utilizados, luego de establecer la factibilidad de utilización del sistema de Mampostería reforzada, se procedió a ejecutar veinticinco (25) viviendas, las cuales fueron evaluadas, comparativamente, con el Modelo, para luego establecer los aspectos de ahorro en tiempo



TERMINACION DE ETAPA DE CONSTRUCCION
DE MUROS



VIVIENDA TERMINADA



CONJUNTO

La evaluación más importante se refiere a la aceptación del usuario: el procesamiento de encuestas realizadas confirman esta aseveración, la posibilidad de flexibilidad en las modificaciones de las viviendas que permite el Sistema, uno de los elementos relevantes de estas encuestas. Actualmente se continúa esta investigación explorando nuevas técnicas de ejecución de paredes entre las cuales las principales son: utilización de pega como mortero sin utilizar armadura de acero; utilización de friso armado como revestimiento con propiedades estructurales; utilización de materiales de desecho, como bagazo de caña, en la fabricación de bloques para un sistema de Mampostería sin armar. Los resultados de estas investigaciones persiguen como objetivo el establecimiento de nuevos enfoques en el diseño estructural, utilizando paredes de Mampostería a fin de optimizar, aún más, el Sistema y establecer un cuerpo de conocimientos estructurales que puedan ser incluidos en los Programas de Estudio de Pregrado.

BIBLIOGRAFIA

- Architettura Gótica 1. Grodecki.
- Historia de la Arquitectura Vol. I. L. Benevolo.
- Arquitectura y Obras Públicas en Venezuela Siglo XIX. L. Zawisza.
- Estudios en Mampostería Estructural. O. López, E. Castilla, C. Genatios, M. LaFuente, O. Carvajal. IMME.
- In Laterizio. Revista, 1984.
- Murature Oggi. Revista, 1984.
- Tesis de Grado UCOLA.
- Tesis de Grado UCAB.
- Ensayos sobre Mampostería en Mérida y alrededores. R. Sarmiento, A. Espinoza, G. Yarbouh 1986.
- Evaluación de Edificaciones en Mampostería. I. Uzcátegui, R. Sarmiento 1986.
- La Academia de Matemáticas. L. Zawisza.

ANEXO

17-Jun-88

CUADRO COMPARATIVO OPCIONES ESTRUCTURALES

90 M2 de Construcción

OPCIONES	UN	PUNIT	APORT. CONCRETO		APORT. METALICO		MAMPOST.ARMADA		MAMPOST. SIN ARMAR		PER - TAB	
			CANT.	TOTAL	CANT.	TOTAL	CANT.	TOTAL	CANT.	TOTAL	CANT.	TOTAL
FUNDACION												
Losa	M3	900.00	11.17	10,053.00	9.50	8,550.00	8.03	7,227.00	8.03	7,227.00	6.00	5,400.00
Malla	M2	10.00	119.00	1,190.00	98.50	985.00	119.00	1,190.00	104.00	1,040.00	98.00	980.00
Cabilla				0.00		0.00			0.00	0.00		0.00
	3/8"	Kg.	10.00	50.00	500.00	28.00	280.00	71.00	710.00	0.00		0.00
	1/4"	Kg.	10.00	25.00	250.00	0.00	10.00	100.00	0.00			0.00
MANO DE OBRA				0.00		0.00		0.00		0.00		0.00
Losa	M3	350.00	11.17	3,909.50	9.50	3,325.00	8.03	2,810.50	8.03	2,810.50	6.00	2,100.00
Cabilla	Kg.	7.00	75.00	525.00		0.00	81.00	567.00		0.00		0.00
SUB-TOTAL				16,427.50		13,140.00		12,604.50		11,077.50		8,480.00
COLUMNAS												
Concreto	M3	900.00	1.50	1,350.00		0.00	2.12	1,908.00		0.00		0.00
Cabilla				0.00		0.00		0.00		0.00		0.00
	3/8"	Kg.	10.00	87.00	870.00	0.00	100.00	1,000.00		0.00		0.00
	1/4"	Kg.	10.00	45.00	450.00	0.00		0.00		0.00		0.00
Tubos 4x10	Kg	10.00		0.00	195.00	1,950.00	195.00	1,950.00		0.00		0.00
Perfiles IPN	Kg.	10.00		0.00		0.00		0.00		0.00	794.00	7,940.00
Encofrado	M3	950.00	1.50	1,425.00		0.00		0.00		0.00		0.00
Andajes	Un	25.00		0.00	18.00	450.00		0.00		0.00	43.00	1,075.00
MANO DE OBRA				0.00		0.00		0.00		0.00		0.00
Cabilla	Kg.	7.00	132.00	924.00		0.00	100.00	700.00		0.00		0.00
Tubos 4x10	Kg.	7.00		0.00	195.00	1,365.00		0.00		0.00		0.00
Perfiles	Kg.	7.00		0.00		0.00		0.00		0.00	794.00	5,558.00
SUB-TOTAL				5,019.00		3,765.00		5,558.00		0.00		14,573.00
VIGAS												
Corona	Mi	84.00		0.00		0.00	74.00	6,216.00		0.00		0.00
Tubos 4x10	Kg.	17.00		0.00	159.00	2,703.00		0.00		0.00		0.00
IPN 10	Kg.	17.00	354.00	6,018.00		0.00		0.00		0.00		0.00
IPN 8	Kg.	10.00		0.00		0.00		0.00		0.00	342.00	3,420.00
SUB-TOTAL				6,018.00		2,703.00		6,216.00		0.00		3,420.00
PAREDES												
Bloques arcilla	Un	3.00	3,000.00	9,000.00		0.00		0.00		0.00		0.00
Bloques concreto	Un	3.00		0.00	2,400.00	7,200.00	2,300.00	6,900.00	2,300.00	6,900.00		0.00
Metal desplegado	M2	35.00		0.00		0.00		0.00		0.00	300.00	10,500.00
Mortero cemento	M3	1,200.00	3.00	3,600.00	3.00	3,600.00	3.00	3,600.00		0.00		0.00
Pego	SC	50.00		0.00		0.00		0.00	100.00	5,000.00		0.00
Fieje Plástico	Mi	6.00		0.00	100.00	600.00		0.00		0.00		0.00
Friso Exterior	Mi	25.00	125.00	3,125.00	125.00	3,125.00		0.00		0.00	125.00	3,125.00
Friso Interior	M2	25.00	252.00	6,300.00	252.00	6,300.00	252.00	6,300.00	252.00	6,300.00	252.00	6,300.00
Espanjado	M2	15.00		0.00		0.00	125.00	1,875.00	125.00	1,875.00		0.00
Texturizado	M2	37.00		0.00		0.00	125.00	4,625.00	125.00	4,625.00		0.00
Pintura Exterior	M2	15.00	125.00	1,875.00	125.00	1,875.00		0.00		0.00	125.00	1,875.00
MANO DE OBRA	M2	21.00	153.00	3,213.00	153.00	3,213.00	153.00	3,213.00	153.00	3,213.00		0.00
SUB-TOTAL				27,113.00		25,913.00		26,513.00		27,913.00		21,800.00
				54,577.50		45,521.00		50,891.50		38,990.50		48,273.00
LAPSO DE EJECUCION			3 semanas		2 1/2 semanas		2 semanas		1 semana		1 1/2 semana	